

ACEF/1516/09467 — Guião para a auto-avaliação

Caracterização do ciclo de estudos.

A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:
Universidade De Coimbra

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

A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):
Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)

A3. Ciclo de estudos:
FÍSICA

A3. Study programme:
PHYSICS

A4. Grau:
Doutor

A5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (n.º e data):
Despacho n.º 9061, Diário da República II série, n.º 134, 14 de Julho de 2011

A6. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Física

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:
<sem resposta>

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:
<sem resposta>

A8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:
180

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

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

A10. Número de vagas proposto:
10

A11. Condições específicas de ingresso:

As condições de acesso são as estabelecidas no Regulamento de Doutoramento da Universidade de Coimbra.

Podem candidatar-se ao ciclo de estudos conducentes ao grau de doutor:

- a) Os titulares do grau de mestre ou equivalente legal;*
- b) Os assistentes que tenham sido aprovados em provas de aptidão pedagógica e capacidade científica;*
- c) Os titulares do grau de licenciado, detentores de um currículo escolar ou científico especialmente relevante que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo conselho científico da faculdade onde pretendem ser admitidos;*
- d) Os detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo conselho científico da faculdade onde pretendem ser admitidos.*

A11. Specific entry requirements:

The requirements to access the PhD program are those defined by “Regulamento de Doutoramento da Universidade de Coimbra”. Candidates to the cycle of studies leading to a doctor degree must fulfill one of the following requirements:

- a) Master degree or legal equivalent;*
- b) Approval in public assessment of pedagogical and scientific capacities (for assistant lecturers);*
- c) Graduation, plus an academic or scientific curriculum recognized by the scientific council of the faculty they apply to, as being particularly relevant to pursue this cycle of studies;*
- d) Academic, scientific or professional curriculum recognized by the faculty they apply to, as a guarantee of their capacity to proceed to this cycle of studies.*

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 atómica e molecular
Física da matéria condensada
Física nuclear e das partículas
Física computacional
Astrofísica

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

Atomic and Molecular Physics
Condensed Matter Physics
Nuclear and Particle Physics
Computational Physics
Astrophysics

A13. Estrutura curricular**Mapa I - Física atómica e molecular****A13.1. Ciclo de Estudos:**

FÍSICA

A13.1. Study programme:

PHYSICS

A13.2. Grau:

Doutor

A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

Física atómica e molecular

A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

Atomic and Molecular 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*
Física/Physics	F	162	18
(1 Item)		162	18

Mapa I - Física da matéria condensada

A13.1. Ciclo de Estudos:

FÍSICA

A13.1. Study programme:

PHYSICS

A13.2. Grau:

Doutor

A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

Física da matéria condensada

A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

Condense Matter 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*
Física/Physics	F	162	18
(1 Item)		162	18

Mapa I - Física nuclear e das partículas

A13.1. Ciclo de Estudos:

FÍSICA

A13.1. Study programme:

PHYSICS

A13.2. Grau:

Doutor

A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

Física nuclear e das partículas

A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

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*
Física/Physics	F	162	18
(1 Item)		162	18

Mapa I - Física computacional

A13.1. Ciclo de Estudos:
FÍSICA

A13.1. Study programme:
PHYSICS

A13.2. Grau:
Doutor

A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Física computacional

A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Computational 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*
Física/Physics	F	162	18
(1 Item)		162	18

Mapa I - Astrofísica

A13.1. Ciclo de Estudos:
FÍSICA

A13.1. Study programme:
PHYSICS

A13.2. Grau:
Doutor

A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Astrofísica

A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Astrophysics

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*
Física/Physics	F	162	18
(1 item)		162	18

A14. Plano de estudos

Mapa II - Física Atómica e Molecular - 1º ano/ 1º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:

FÍSICA

A14.1. Study programme:

PHYSICS

A14.2. Grau:

Doutor

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

Física Atómica e Molecular

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

Atomic and Molecular 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)
Seminário I em Física Atómica e Molecular /Seminar I on Atomic and Molecular Physics	F	semestral/semestre (1)	162	S-30	6	-
Estatística Avançada/Advanced Statistics	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Computação Avançada/Advanced Computation	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teorias de grande unificação / Grand Unified Theories	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Complementos de Teoria de Campos /Advanced Field Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria dos funcionais da densidade /Density Functional Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria de muitos corpos /Many Body Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria de colisões/ Collision Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Dinâmica molecular/Molecular Dynamics	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Fenómenos colectivos e fases anómalas da matéria /Collective Phenomena and anomalous phases of matter	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional

Técnicas experimentais avançadas na Matéria Condensada /Experimental Advanced Technics of Condensed Matter Physics	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Estrutura electrónica/Electronic Structure	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Instrumentação para a detecção de radiação/Instrumentation for Radiation Detection	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Projecto de Tese em Física Atómica e Molecular /Thesis Project on Atomic and Molecular Physics	F	anual/annual	162	OT-30	6	-
Sistemas inteligentes em Instrumentação/ Intelligent systems in instrumentation	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Caraterização de materiais /Characterization of materials	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Materiais avançados/Advanced materials	F	semestral (1)	162	T-30;OT-15	6	opcional/optional
Electrónica Rápida/Fast Electronics	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional

(18 Items)

Mapa II - Física da Matéria Condensada - 1º ano/ 1º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:

FÍSICA

A14.1. Study programme:

PHYSICS

A14.2. Grau:

Doutor

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

Física da Matéria Condensada

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

Condensed matter 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)
Seminário I em Física da Matéria Condensada /Seminar I on Condensed Matter Physics	F	semestral/semester (1)	162	S-30	6	-
Estatística Avançada/Advanced Statical Physics	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Computação Avançada/Advanced Computation	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Complementos de Teoria de Campos /Advanced Field Theory	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Teoria dos funcionais da densidade /Density Functional Theory	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional

Teoria de muitos corpos /Many Body Theory	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Teoria de colisões /Collision Theory	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Dinâmica molecular /Molecular Dynamics	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Fenómenos colectivos e fases anómalas da matéria /Collective Phenomena and Anormal Phases of Matter	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Técnicas experimentais avançadas na Matéria Condensada /Advanced Experimental Technics of Condensed Matter Physics	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Estrutura electrónica/Electronic Structure	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Instrumentação para a detecção de radiação/Instrumentation for Radiation Detection	F	semestral/semestre (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Projecto de Tese em Física da Matéria Condensada /Thesis Project on Condensed Matter Physics	F	anual/annual	162	OT-30	6	-
Sistemas inteligentes em Instrumentação/ Intelligent systems in instrumentation	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Caraterização de materiais /Characterization of materials	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional
Materiais avançados/Advanced materials	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional

(16 Items)

Mapa II - Física Nuclear e das Partículas - 1º ano/1º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:

FÍSICA

A14.1. Study programme:

PHYSICS

A14.2. Grau:

Doutor

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

Física Nuclear e das Partículas

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

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)
Seminário I em Física Nuclear e das Partículas /Seminar I on Nuclear and Particle Physics	F	semestral/semester (1)	162	S-30	6	-

Projecto de Tese em Física Nuclear e das Partículas/Thesis Project on Nuclear and Particle Physics	F	anual/annual	162	OT-30	6	-
Computação Avançada/Advanced Computation	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Modelo Padrão/Standard Model	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Astrofísica e Astropartículas /Astrophysics and Astroparticles	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Instrumentação de Física Nuclear e de Partículas /Nuclear and Particle Physics Instrumentation	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teorias de grande unificação /Grand Unified Theories	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Estrelas compactas/Compact Stars	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Modelos hadrónicos/Hadronci Models	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Complementos de Teoria de Campos /Advanced Field Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Modelos Nucleares relativistas /Relativistic Nuclear Models	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria dos funcionais da densidade /Density Functional Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria de muitos corpos /Many Body Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria de colisões /Collision Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Instrumentação para a detecção de radiação/Instrumentation for Radiation Detection	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Electrónica rápida/ Fast Electronics	F	semestral/semestre	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Sistemas inteligentes em Instrumentação/ Intelligent systems in instrumentation	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Caraterização de materiais /Characterization of materials	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Materiais avançados/Advanced materials	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional

(19 Items)

Mapa II - Física Computacional - 1º ano/1º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:

FÍSICA

A14.1. Study programme:

PHYSICS

A14.2. Grau:

Doutor

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

Física Computacional

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

Computational 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)
Seminário I em Física Computacional /Seminar I on Computational Physics	F	semestral/semester (1)	162	S-30	6	-
Projecto de Tese em Física Computacional /Thesis Project on Computational Physics	F	Anual/annual	162	OT-30	6	-
Estatística Avançada/Advanced Statistical Physics	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Computação Avançada/Advanced Computation	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Modelo Padrão/Standard Model	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Astrofísica e Astropartículas /Astrophysics and Astroparticles	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Estrelas compactas/Compact Stars	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Complementos de Teoria de Campos /Advanced Field Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria dos funcionais da densidade /Density Functional Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria de muitos corpos /Many Body Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria de colisões /Collision Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Dinâmica molecular /Molecular Dynamcis	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Fenómenos colectivos e fases anómalas da matéria /Collective Phenomena and Anomalous Phases of Matter	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Técnicas experimentais avançadas na Matéria Condensada /Advanced Experimental Technics of Condensed matter Physics	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Estrutura electrónica/Electronic Structure	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
(15 Items)						

Mapa II - Astrofísica - 1º ano/1º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
FÍSICA

A14.1. Study programme:
PHYSICS

A14.2. Grau:
Doutor

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1^o ano/1^o 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)
Seminário I em Astrofísica/ Seminar I on Astrophysics	F	semestral/semester (1)	162	S-30	6	--
Projecto de Tese em Astrofísica / Thesis Project on Astrophysics	F	anual/annual	162	OT-30	6	--
Estatística Avançada/ Advanced Statistical Physics	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Computação Avançada/ Advanced Computation	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Modelo Padrão e QCD/ Standard Model and QCD	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Astrofísica e Astropartículas /Astrophysics and Astroparticles	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Instrumentação de Física Nuclear e de Partículas /Nuclear and Particle Physics Instrumentation	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teorias de grande unificação / Grand Unified Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Estrelas compactas/ Compact Stars	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Modelos hadrónicos/ Hadronic Models	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Complementos de Teoria de Campos / Advanced Field Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Modelos Nucleares relativistas / Relativistic Nuclear Models	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria de muitos corpos /Many Body Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Teoria de colisões /Collision Theory	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Dinâmica molecular/ Molecular Dynamics	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Fenómenos colectivos e fases anómalas da matéria /Collective Phenomena and Anomalous Phases of Matter	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Instrumentação para a detecção de radiação/Instrumentation for Radiation Detection	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Electrónica rápida/ Fast Electronics	F	semestral/semester (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Sistemas inteligentes em Instrumentação/ Intelligent systems in instrumentation	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Caraterização de materiais /Characterization of materials	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional
Materiais avançados/Advanced materials	F	semestral (1)	162	T-30; OT-15	6	opcional/optional

(21 Items)

Mapa II - Física Atómica e Molecular - 1^o ano/2^o semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:

FÍSICA

A14.1. Study programme:
PHYSICS

A14.2. Grau:
Doutor

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Física Atómica e Molecular

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Atomic and Molecular 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)
Projecto Tese em Física Atómica e Molecular / Thesis Project in Atomic and Molecular Physics	F	Anual/annual	648	OT-30	24	-
Seminário II em Física Atómica e Molecular/Seminar II in Atomic and Molecular Physics	F	S	162	S-30	6	-
(2 Items)						

Mapa II - Física em Matéria Condensada - 1º ano/2º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
FÍSICA

A14.1. Study programme:
PHYSICS

A14.2. Grau:
Doutor

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Física em Matéria Condensada

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Condensed Matter 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)
Projecto Tese em Física da Matéria Condensada/ Thesis Project in Condensed Matter Phycsis	F	Anual/annual	648	OT-30	24	-
Seminário II em Física da Matéria Condensada/Seminar II on Condensed F matter Physics	F	semestral/semester	162	S-30	6	-

(2 Items)

Mapa II - Física Nuclear e Partículas - 1º ano/2º semestre**A14.1. Ciclo de Estudos:***FÍSICA***A14.1. Study programme:***PHYSICS***A14.2. Grau:***Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Física Nuclear e Partículas***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***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)
Projecto Tese em Física Nuclear e de Partículas/ Thesis Project in Nuclear and Particle Physics	F	anual/annual	648	OT-30	24	-
Seminário II Física Nuclear e de Partículas/ Seminar II in Nuclear and Particle Physics	F	semestral/semester	162	S-30	6	-

(2 Items)

Mapa II - Física Computacional - 1º ano/2º semestre**A14.1. Ciclo de Estudos:***FÍSICA***A14.1. Study programme:***PHYSICS*

A14.2. Grau:***Doutor*****A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):*****Física Computacional*****A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):*****Computational 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)
Projecto Tese em Física Computacional/ Thesis Project in Computational Physics	F	anual/annual	648	OT-30	24	-
Seminário II em Física Computacional/ Seminar II in Computational Physics (2 Items)	F	semestral/semester	162	S-30	6	-

Mapa II - Astrofísica - 1º ano/2º semestre**A14.1. Ciclo de Estudos:*****FÍSICA*****A14.1. Study programme:*****PHYSICS*****A14.2. Grau:*****Doutor*****A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):*****Astrofísica*****A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):*****Astrophysics*****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)
---	---	---------------------------	--	--	------	-----------------------------------

Projecto Tese em Astrofísica/ Thesis Project in Astrophysics	F	anual/annual	648	OT-30	24	-
Seminário II em Astrofísica/Seminar II in Astrophysics	F	semestral/semester	162	S-30	6	-

(2 Items)

Mapa II - Física Atómica e Molecular - 2º e 3º anos

A14.1. Ciclo de Estudos:

FÍSICA

A14.1. Study programme:

PHYSICS

A14.2. Grau:

Doutor

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

Física Atómica e Molecular

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

Atomic and Molecular Physics

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º e 3º anos

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd and 3rd years

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)
Tese em Física Atómica e Molecular/Thesis in Atomic and Molecular Physics	F	anual/annual	3240	120	120	-

(1 Item)

Mapa II - Física da Matéria Condensada - 2º e 3º anos

A14.1. Ciclo de Estudos:

FÍSICA

A14.1. Study programme:

PHYSICS

A14.2. Grau:

Doutor

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

Física da Matéria Condensada

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

Condensed Matter Physics

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º e 3º anos

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd and 3rd years

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)
Tese em Física da matéria Condensada (1 Item)	F	anual/annual	3240	120	120	-

Mapa II - Física Nuclear e das Partículas - 2º e 3º anos

A14.1. Ciclo de Estudos:
FÍSICA

A14.1. Study programme:
PHYSICS

A14.2. Grau:
Doutor

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º e 3º anos

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd and 3rd years

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)
Tese em Física Nuclear e das Partículas/ Thesis in Nuclear and Particle Physics (1 Item)	F	anual/annual	3240	120	120	-

Mapa II - Física Computacional - 2º e 3º anos

A14.1. Ciclo de Estudos:
FÍSICA

A14.1. Study programme:

PHYSICS

A14.2. Grau:
Doutor

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º e 3º anos

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd and 3rd years

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)
Tese em Física Computational/Thesis in Computational Physics (1 Item)	F	anual/annual	3240	120	120	-

Mapa II - Astrofísica - 2º e 3º anos

A14.1. Ciclo de Estudos:
FÍSICA

A14.1. Study programme:
PHYSICS

A14.2. Grau:
Doutor

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º e 3º anos

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd and 3rd years

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)
Tese em Astrofísica/Thesis in Astrophysics	F	anual/annual	3240	120	120	-

(1 Item)

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)

Maria Margarida Ramalho Ribeiro da Costa e Orlando Olavo Aragão Aleixo e Neves Oliveira

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 - Não estão previstos estágios nem períodos de formação em serviço no plano curricular

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

Não estão previstos estágios nem períodos de formação em serviço no plano curricular

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.

<sem resposta>

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 / Name	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
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

Pergunta A18 e A20

A18. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Department of Physics, Faculty of Science and Technology, University of Coimbra.

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

[A19_Reg_191_2014_CreditacaoFormacaoAnterior_e_ExperienciaProfissional_UC.pdf](#)

A20. Observações:

<sem resposta>

A20. Observations:

<no answer>

1. Objetivos gerais do ciclo de estudos

1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos.

- *Fornecer aos estudantes uma compreensão geral dos fundamentos e métodos de investigação em Física.*
- *Proporcionar-lhes formação adequada para a modelação, experimentação e computação conducentes à produção de trabalho científico original, crítico e criativo, num domínio da Física.*
- *Dar-lhes as competências necessárias para aplicação e desenvolvimento de métodos de investigação em Física fundamental e aplicada, em cada um dos domínios específicos do ciclo de estudos.*
- *Proporcionar aos estudantes experiência de trabalho em grupo e interação com físicos profissionais nacionais e estrangeiros.*
- *Fornecer-lhes competências para a realização de trabalho de investigação autónomo de qualidade, de acordo com padrões internacionais e suscetível de ser apresentado em conferências internacionais e/ou publicado em revistas internacionais de qualidade na área do ciclo de estudos.*

1.1. Study programme's generic objectives.

- *To offer a general comprehension of the basics and methods of research in Physics*
- *To offer adequate training for modeling, experimentation and computation leading to the performance of original, critical and creative scientific work, in a particular field of physics.*
- *To provide basic skills for application and development of methods of research in in a specific field of fundamental or applied Physics*
- *To train students in group work and to provide interaction with physicists worldwide.*

-To develop competences to carry out autonomous high level research work, according to international standards and suitable for publication in international journals with peer review.

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

O Departamento de Física (DF) insere-se numa Faculdade com elevada reputação científica e oferta formativa diversificada em áreas científicas e tecnológicas. Numa linha de continuidade desde a sua criação em 1772, o DF mantém forte intercâmbio com prestigiados centros de investigação europeus, promovendo reuniões científicas, participando em projetos europeus e acolhendo cientistas estrangeiros que, em estreita colaboração com os seus pares, desenvolvem no DF os seus trabalhos de investigação. É neste ambiente, pautado por uma grande exigência de qualidade que permite alargar as fronteiras da ciência fundamental e fomentar o desenvolvimento de aplicações tecnológicas, que este ciclo de estudos se insere. A presença, no tecido empresarial nacional, de empresas com projetos em áreas onde a Física é dominante dá sentido à existência do 3º ciclo em Física, como promotor da formação de quadros com competências para aplicar e desenvolver métodos de investigação em diversas áreas da Física.

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

The Department of Physics (DF) is part of a Faculty with high reputation in scientific and technologic areas. Since its foundation in 1772, the DF maintains a strong interaction with prestigious European research centres through the promotion of scientific meetings and workshops, participation in European projects, as well as frequent invitation of foreign scientists to develop their research projects in close collaboration which promotes the exploitation of the frontiers of fundamental science as well as the development of technological applications. The existence of a 3rd cycle of studies in Physics is also in line with the strategy of implementation of national enterprises developing projects in areas where Physics dominates, by promoting the training of staff with the required competences to apply and develop research methods in various areas of physics.

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

Os objetivos do ciclo de estudos são divulgados por via da plataforma informática de gestão académica Nónio: aos docentes através do infodocente e aos estudantes através do inforestudante. Para o público em geral a informação está disponível na página web da Universidade de Coimbra, em <http://cursos.uc.pt>.

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

The objectives of the study cycle are disseminated by NONIO which is an academic management IT platform: the information is available for the academic staff at infodocente and for the students at inforestudante. For the public this information is available on the web page of the University of Coimbra - <http://cursos.uc.pt>.

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.

A criação de ciclos de estudos na UC envolve as Unidades Orgânicas (UO), os Centros de Serviços Comuns e Especializados, a Reitoria/Senado e o Conselho Geral, num processo concertado que tem início com uma proposta de oferta formativa (ou de revisão/atualização de oferta existente) submetida à apreciação do Conselho Científico da UO e culmina com a sua submissão junto da A3ES para acreditação.

A tramitação das alterações decorre de forma idêntica, devendo, depois de aprovadas, ser comunicadas à DGES e publicadas em DR. (...) (a UO pode referir a forma de aprovação interna, se diferente, a revisão e atualização dos conteúdos programáticos e distribuição do serviço docente).

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 creation of a new study cycle at UC involves the Organisational Unit (OU), the Central Services, the Dean / the Senate and General Council, in a process that begins with a learning proposal (or review / update of an existing one) submitted to the Scientific Council of the UO and which is concluded with the submission for accreditation at A3ES. The procedure for changes is identical, and once approved, the reviewed proposal must be sent to DGES and published in the national official journal.

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 ativa dos docentes e estudantes é assegurada pela aplicação regular de inquéritos pedagógicos e pela reflexão inerente ao processo de autoavaliação realizado por cada ciclo de estudos e pela UO. Para além dos

dados quantitativos são também analisados comentários e sugestões de estudantes e docentes, integrando o processo de melhoria da UC. Os estudantes e docentes são ainda representados nos Conselhos Pedagógicos das UO e nos órgãos de governo da UC, nomeadamente Conselho Geral, Conselho de Gestão, Senado

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.

The active participation of teachers and students is ensured with regular educational surveys. The results are subject to analysis and discussion in order to develop the self-assessment of the study cycle and OUs' reports. In addition to quantitative data, comments and suggestions of students and teachers are also integrated at UC improvement process. Students and teachers are also represented at OU's Pedagogical Councils and at UC's governing bodies, namely the General Council, Management Council, Senate

2.2. Garantia da Qualidade

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

Conforme procedimentos estabelecidos na UC, a autoavaliação do ciclo de estudos é realizada no final de cada ano letivo com a intervenção das diferentes partes interessadas sendo o relatório final da responsabilidade do coordenador/diretor de curso. Consiste numa análise SWOT, integrando informação referente a vários aspetos, nomeadamente, acesso, sucesso escolar, empregabilidade e informação proveniente dos inquéritos pedagógicos. Face a esta análise são definidas anualmente as ações de melhoria a implementar no curso, cuja execução é avaliada no ano seguinte.

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

According to the established procedures, the self-assessment of the study cycle is held at the end of each school year with the participation of different stakeholders. The final report must be ensured by the coordinator/director of the study cycle. The self-assessment process consists of a SWOT analysis, including information regarding several aspects, including namely access, academic success, employability, and information from the educational surveys. Considering this analysis, improvement actions are set on an annual basis, which are evaluated in the following year.

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

Equipa reitoral, em articulação com a Divisão de Avaliação e Melhoria Contínua.

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

Rector team and Evaluation and Improvement Unit.

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

Existe um sistema de informação através do qual é assegurada a produção automática de indicadores referentes às unidades curriculares do curso (p.e. sucesso escolar) e aos inquéritos pedagógicos. A informação proveniente destas e de outras fontes é analisada pelo coordenado/diretor do curso que deverá acompanhar o funcionamento do ciclo de estudos (p.e. adequada articulação entre unidades curriculares, esforço esperado e concretizado pelos estudantes, distribuição das datas de avaliação e volume de trabalho) em ligação com os docentes do ciclo de estudos, diretores de departamento e UO.

No final do ano a informação é coligida e analisada para efeitos de autoavaliação do ciclo de estudos.

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

The information system generates indicators regarding course units (e.g. academic success) and educational surveys. This information and the data from other sources are analyzed by the coordinator / director of the study cycle who will oversee its functioning (e.g. adequate articulation between course units, effort expected and achieved by students, distribution of assessment dates and workload) in collaboration with the teachers of the study cycle, department directors and the OU director. At the end of the year the information is collected and analyzed for the purpose of self-assessment of the study cycle.

2.2.4. Link facultativo para o Manual da Qualidade

<http://www.uc.pt/damc/manual>

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

Os resultados das avaliações são discutidos com as diferentes partes interessadas no âmbito da elaboração do relatório de autoavaliação. Estes resultados e ações de melhoria daí decorrentes, bem como os dos restantes ciclos de estudos e da Unidade Orgânica no seu todo, são também discutidos numa sessão anual que envolve toda a comunidade académica

2.2.5. Discussion and use of study programme's evaluation results to define improvement actions.

The results of the evaluations are discussed with different stakeholders who contribute for the self-assessment report elaboration. These results and the corresponding improvement actions, as well as those of other study cycles and of the OU as a whole, are also discussed at the annual meeting involving the entire academic community.

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

Depois da acreditação deste ciclo de estudos pela A3ES em 2011, não houve ainda outra avaliação do mesmo.

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

After the acceptance and recognition of this cycle of studies by A3ES in 2011 there has been no other evaluation.

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 Avançado de Física Nuclear e Instrumentação Nuclear	105
Laboratório Avançado de Óptica Aplicada e Fotónica	90
Laboratório Avançado de Electrónica Digital e Electrónica Aplicada	64
Laboratório Avançado de Física dos Plasmas e Tecnologia do Vazio	49
Laboratório Avançado de Automação e Transdutores	102
Laboratórios de Investigação do Centro de Estudos de Materiais por Difracção de Raios X	400
Laboratórios de Investigação do Centro de Instrumentação	400
Laboratórios de Investigação do Laboratório de de Instrumentação e Física de Partículas- Coimbra	400
Laboratório de Computação Avançada do Centro de Física Computacional	400
Biblioteca do Departamento de Física	564
Plataforma TAIL	560

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
Milipeia, um cluster computacional de alto desempenho com 130 nós de computação Sun Fire X4100 (x2 processadores Opteron 275 dual core)	1
nó Tier 2 de Grid do LHC,	1
computadores no ensino e controlo laboratorial	125
rede wireless do campus virtual da Universidade de Coimbra	1
Todas as salas de aula têm acesso à rede informática por cabo utp/fibra óptica	1
Bruker D8 advance diffractometer with twin-twin optics (Bragg-Brentano and parallel beam with Goebel mirrors) for conventional powder XRD, grazing incidence XRD and X-ray reflectometry.	1
High temperature chamber (1600° C) for Bruker advance XRD.	1
Pekin-Elmer Pyris Diamond DSC	1
Perkin-Elmer STA6000, DTA/DTG equipment, working in the temperature range 10-1000 °C	1
Equipment for measurement of resistivity, dielectric constant and pyroelectric current (Standford Research Lock-in, Keythley 651A electrometer, Oxford ITC503 temperature controller and closed cycle He cryostat)	1
Scanning electron microscope Tescan Vega3 with BSE and SE detectors	1
Hitachi EA6000VX X-Ray Fluorescence equipment with fast mapping capability with a Vortex Silicon Drift detector	1

Nicolet-Thermo IN10 infrared microscope with mapping and imaging capabilities with low-noise CCD camera, DTGS and MCT-A detectors.	1
NT-MDT NTEGRA Prima Atomic Force Microscope and Scanning Tunneling Microscope (can perform PFM, MFM and many other modes), equipped with in-plane and out of the plane magnetic field and sample heaters	1
Thermo ICAP-Qc ICP-MS (Induced Coupled Plasma Mass Spectrometer) with collision/reaction cell, automatic sample loader	1
Microwave digestion system and ultra-pure sub-boiling acid destillator for sample preparation for ICP-MS analysis	1
Physical Properties Measuring System (PPMS) Dynacool Quantum Design,	1
Todo o Equipamento dos Laboratórios dos Centros de Investigação (CI, CFC, CEMDRX, LIP)	1

3.2 Parcerias

3.2.1 Parcerias internacionais estabelecidas no âmbito do ciclo de estudos.

A Universidade de Coimbra é um dos parceiros da rede interdisciplinar “International Doctorate Network in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology (IDPASC)”, a qual tem por objetivo criar novos peritos de elevado nível científico nas áreas da Física das Partículas, Astrofísica e Cosmologia. Oferece anualmente uma variedade de escolas, workshops, planos de tese e cursos que decorrem em diferentes nodos da rede e dos quais podem usufruir os estudantes que frequentam este ciclo de estudos.

3.2.1 International partnerships within the study programme.

The University of Coimbra is a partner of the “International Doctorate Network in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology (IDPASC)”, an interdisciplinary network whose purpose is to create new high-level experts in the fields of Particle Physics, Astrophysics and Cosmology. It offers a yearly variety of schools, workshops, theses and courses running at different nodes of the network, which may be attended by students of this cycle of studies..

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 programa doutoral “IDPASC” é um nodo da rede IDPASC que reúne instituições de ensino superior e unidades de investigação em Portugal, conjugando investigação de excelência e programas doutorais de sucesso, nas áreas de Física das Partículas, Astrofísica e Cosmologia..

O Programa Doutoral DAEPHYS (Doctoral Program in Applied and Engineering Physics) financiado pela FCT, envolve quatro Universidades portuguesas – Universidade de Coimbra, U. de Lisboa (FC), U. Nova de Lisboa e U. de Aveiro - e três centros de Investigação - Centro de Instrumentação (CI), Instituto de Nanoestruturas, Nanomodelação e Nanofabricação (I3N) e Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP). Uma parceria com a empresa INNOVNANO, centrada na caracterização e estudo dos pós de zircónia cúbica nano-estruturada produzidos nas instalações industriais de Coimbra, permitiu uma abordagem sinérgica e uma identificação de problemas fundamentais, relevantes para o desempenho do material.

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 IDPASC-Portugal doctoral programme is a local node of the network IDPASC which brings together the main high education institutions and research units in Portugal with a clear record of expertise in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology, combining research of excellence and successful doctoral programmes.

The Doctoral Program in Applied and Engineering Physics (DAEPHYS), is an FCT funded PhD program involving Portuguese Universities – U. de Coimbra, U. de Lisboa (FC), U. Nova de Lisboa e U. de Aveiro - and research centers - Centro de Instrumentação, Instituto de Nanoestruturas, Nanomodelação e Nanofabricação e Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas.

A partnership established with the enterprise INNOVNANO, centered on the characterization of powdered nano-structured zirconia produced at the industrial in Coimbra, resulted in a synergic approach and a clear identification of fundamental problems with relevance for the performance of the material.

3.2.3 Colaborações intrainstitucionais com outros ciclos de estudos.

Mediante aprovação prévia do Coordenador, os estudantes deste ciclo de estudos podem frequentar disciplinas de opção oferecidas por outros ciclos de estudos, da mesma instituição, em particular do Doutoramento em Eng^a Física.

3.2.3 Intrainstitutional collaborations with other study programmes.

After approval of the Coordination students can take optional curricular units offered by other cycles of studies of the same institution, in particular those of the doctoral program in Physics Engineering.

4. Pessoal Docente e Não Docente

4.1. Pessoal Docente

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - Brigitte Anabelle Vaz Abreu Hiller

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

Brigitte Anabelle Vaz Abreu Hiller

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático 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 - Fernando Davide de Sousa e Sampaio dos Aidos

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

Fernando Davide de Sousa e Sampaio dos Aidos

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Fernando Manuel Silva Nogueira

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

Fernando Manuel Silva Nogueira

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Isaac Vidaña Haro**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Isaac Vidaña Haro

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - João Carlos Lopes Carvalho**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

João Carlos Lopes Carvalho

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 Miguel Carvalho Alves Moreira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

João Miguel Carvalho Alves Moreira

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

Universidade de Coimbra

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
20

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

Mapa VIII - Paulo Alexandre Vieira Crespo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Paulo Alexandre Vieira Crespo

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

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

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 - Pedro Almeida Vieira Alberto

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Almeida Vieira Alberto

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

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

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 Davide Martins Travasso

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

Rui Davide Martins Travasso

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado 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 - Sílvia Chiacchiera

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

Sílvia Chiacchiera

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

20

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Alex Heinz Ladislaus Blin

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

Alex Heinz Ladislaus Blin

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático 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 - António Miguel Lino Santos Morgado

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

António Miguel Lino Santos Morgado

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Carlos Manuel Bolota Alexandre Correia

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

Carlos Manuel Bolota Alexandre Correia

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Carlos Manuel Baptista Fiolhais

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

Carlos Manuel Baptista Fiolhais

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Custódio Francisco Melo Loureiro**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Custódio Francisco Melo Loureiro

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Décio Ruivo Martins**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Décio Ruivo Martins

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Filipa Isabel Gouveia de Melo Borges Belo Soares**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Filipa Isabel Gouveia de Melo Borges Belo Soares

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Francisco José de Almeida Cardoso

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Francisco José de Almeida Cardoso

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

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

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 - Helmut Wolters

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
20

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

Mapa VIII - João Manuel de Sá Campos Gil

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Manuel de Sá Campos Gil

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

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

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 - Joaquim Marques Ferreira dos Santos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Joaquim Marques Ferreira dos Santos

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

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

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 - Jorge Afonso Cardoso Landeck

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Jorge Afonso Cardoso Landeck

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

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

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 António de Carvalho Paixão

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José António de Carvalho Paixão

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - António Adriano Castanhola Batista

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

António Adriano Castanhola Batista

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - António Carlos Sena São Miguel Bento

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

António Carlos Sena São Miguel Bento

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Francisco Amaral Fortes de Fraga

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

Francisco Amaral Fortes de Fraga

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Francisco Paulo de Sá Campos Gil**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Francisco Paulo de Sá Campos Gil

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 Basílio Portas Salgado Simões**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José Basílio Portas Salgado Simões

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

25

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

Mostrar dados da Ficha Curricular**Mapa VIII - José Lopes Pinto da Cunha**

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

José Lopes Pinto da Cunha

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 Paulo Pires Domingues

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

José Paulo Pires Domingues

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Liliana Maria Pires Ferreira

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

Liliana Maria Pires Ferreira

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Maria Constança Mendes Pinheiro da Providência Santarém e Costa**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Constança Mendes Pinheiro da Providência Santarém e Costa

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Manuel Joaquim Baptista Fiolhais**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Manuel Joaquim Baptista Fiolhais

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Manuela Ramos Marques da Silva**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Manuela Ramos Marques da Silva

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Maria Alexandra Albuquerque Faria Pais**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Alexandra Albuquerque Faria Pais

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Maria Benilde Faria de Oliveira e Costa**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Benilde Faria de Oliveira e Costa

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Maria Emília de Oliveira Quinta Ferreira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Emília de Oliveira Quinta Ferreira

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

Universidade de Coimbra

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

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 Filomena de Osório Pinto dos Santos Figueiredo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Filomena de Osório Pinto dos Santos Figueiredo

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

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 - Maria Helena Almeida Vieira Alberto

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Helena Almeida Vieira Alberto

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

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

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 - Maria Isabel Silva Ferreira Lopes

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

Maria Isabel Silva Ferreira Lopes

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

Universidade de Coimbra

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

Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas

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 Ramalho Ribeiro da Costa

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

Maria Margarida Ramalho Ribeiro da Costa

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Orlando Olavo Aragão Aleixo e Neves de Oliveira

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

Orlando Olavo Aragão Aleixo e Neves de Oliveira

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Paulo Manuel Antunes Mendes Gordo**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo Manuel Antunes Mendes Gordo***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Coimbra***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências e Tecnologia***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 - Paulo Jorge Baeta Mendes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo Jorge Baeta Mendes***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Coimbra***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências e Tecnologia***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 Ferreira Marques****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Rui Ferreira Marques***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Coimbra***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências e Tecnologia***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 - Rui Davide Martins Travasso**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Rui Davide Martins Travasso

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado 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 - Rui César do Espírito Santo Vilão**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Rui César do Espírito Santo Vilão

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Vitali Iourievitch Tchepel**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Vitali Iourievitch Tchepel

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

Universidade de Coimbra

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia

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 - Vítor Hugo Nunes Rodrigues****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Vítor Hugo Nunes Rodrigues*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade de Coimbra*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Faculdade de Ciências e Tecnologia*****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](#)**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
Brigitte Anabelle Vaz Abreu Hiller	Doutor	Física Teórica	100	Ficha submetida
Fernando Davide de Sousa e Sampaio dos Aidos	Doutor	Física Teórica	100	Ficha submetida
Fernando Manuel Silva Nogueira	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Isaac Vidaña Haro	Doutor	Física	100	Ficha submetida
João Carlos Lopes Carvalho	Doutor	Física	100	Ficha submetida
João Miguel Carvalho Alves Moreira	Doutor	Física	20	Ficha submetida
Paulo Alexandre Vieira Crespo	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Pedro Almeida Vieira Alberto	Doutor	Física Teórica	100	Ficha submetida
Rui Davide Martins Travasso	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Sílvia Chiacchiera	Doutor	Física	20	Ficha submetida
Alex Heinz Ladislaus Blin	Doutor	Física	100	Ficha submetida
António Miguel Lino Santos Morgado	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Bolota Alexandre Correia	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Baptista Fiolhais	Doutor	Física Teórica	100	Ficha submetida
Custódio Francisco Melo Loureiro	Doutor	Física Tecnológica	100	Ficha submetida
Décio Ruivo Martins	Doutor	História e Ensino da Física	100	Ficha submetida
Filipa Isabel Gouveia de Melo Borges Belo Soares	Doutor	Física Tecnológica	100	Ficha submetida
Francisco José de Almeida Cardoso	Doutor	Ciências – Electrónica e Instrumentação	100	Ficha submetida
Helmut Wolters	Doutor	Física	20	Ficha submetida
João Manuel de Sá Campos Gil	Doutor	Física Experimental	100	Ficha submetida
Joaquim Marques Ferreira dos Santos	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Jorge Afonso Cardoso Landeck	Doutor	Física, Instrumentação	100	Ficha submetida
José António de Carvalho Paixão	Doutor	Física do Estado Sólido	100	Ficha submetida

António Adriano Castanhola Batista	Doutor	Física Tecnológica	100	Ficha submetida
António Carlos Sena São Miguel Bento	Doutor	Física Aplicada	100	Ficha submetida
Francisco Amaral Fortes de Fraga	Doutor	Física da Radiação	100	Ficha submetida
Francisco Paulo de Sá Campos Gil	Doutor	Física	100	Ficha submetida
José Basílio Portas Salgado Simões	Doutor	Física Tecnológica	25	Ficha submetida
José Lopes Pinto da Cunha	Doutor	Física de Altas Energias	100	Ficha submetida
José Paulo Pires Domingues	Doutor	Física Tecnológica	100	Ficha submetida
Liliana Maria Pires Ferreira	Doutor	Física da Radiação	100	Ficha submetida
Maria Constança Mendes Pinheiro da Providência Santarém e Costa	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Manuel Joaquim Baptista Fiolhais	Doutor	Física teórica	100	Ficha submetida
Manuela Ramos Marques da Silva	Doutor	Física do Estado Sólido	100	Ficha submetida
Maria Alexandra Albuquerque Faria Pais	Doutor	Geofísica Interna	100	Ficha submetida
Maria Benilde Faria de Oliveira e Costa	Doutor	Física Experimental	100	Ficha submetida
Maria Emília de Oliveira Quinta Ferreira	Doutor	Ciências - Biofísica	100	Ficha submetida
Maria Filomena de Osório Pinto dos Santos Figueiredo	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Maria Helena Almeida Vieira Alberto	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Maria Isabel Silva Ferreira Lopes	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Maria Margarida Ramalho Ribeiro da Costa	Doutor	Física da Matéria Condensada	100	Ficha submetida
Orlando Olavo Aragão Aleixo e Neves de Oliveira	Doutor	Física Teórica (reconhecimento pela Universidade de Coimbra)	100	Ficha submetida
Paulo Manuel Antunes Mendes Gordo	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Baeta Mendes	Doutor	Física da Radiação	100	Ficha submetida
Rui Ferreira Marques	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Rui Davide Martins Travasso	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Rui César do Espírito Santo Vilão	Doutor	Física Experimental	100	Ficha submetida
Vitali Iourievitch Tchepel	Doutor	Física e Matemática	100	Ficha submetida
Vítor Hugo Nunes Rodrigues	Doutor	Física Experimental	100	Ficha submetida
			4585	

<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. 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:	45	98,15

4.1.3.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

4.1.3.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	45.85	100

4.1.3.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

4.1.3.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	45.85	100
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	0	0

4.1.3.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

4.1.3.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and training dynamics

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	45	98,15
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

O procedimento de avaliação dos docentes da Universidade de Coimbra (UC) tem por base o disposto no “Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra”, Regulamento n.º 398/2010 publicado no DR n.º 87, 2.ª Série, de 5 de Maio de 2010, retificado no DR. 2.ª Série, de 17 de Maio de 2010. Este regulamento define os mecanismos para a identificação dos objetivos de desempenho dos docentes para cada período de avaliação, explicitando a visão da instituição, nos seus diversos níveis orgânicos, e traçando, simultaneamente, um quadro de referência claro para a valorização das atividades dos docentes, com vista à melhoria da qualidade do seu desempenho.

A avaliação do desempenho dos docentes da UC é efetuada relativamente a períodos de três anos e tem em consideração quatro vertentes: investigação; docência; transferência e valorização do conhecimento; gestão universitária e outras tarefas. Relativamente a cada uma das vertentes, a avaliação dos docentes pode incluir duas componentes: avaliação quantitativa e avaliação qualitativa.

A avaliação quantitativa tem por base um conjunto de indicadores e de fatores. Cada indicador retrata um aspeto bem definido da atividade do docente e os fatores representam uma apreciação valorativa, decidida pelo Conselho Científico ou pelo Diretor da Unidade Orgânica (UO) para cada área disciplinar. Os fatores permitem assim ajustar a avaliação quantitativa ao contexto de cada área.

A avaliação qualitativa é efetuada por painéis de avaliadores que avaliam o desempenho do docente em cada vertente.

O processo de avaliação compreende cinco fases (autoavaliação, validação, avaliação, audiência, homologação) e prevê os seguintes intervenientes: Avaliado, Diretor da UO, Conselho Científico da UO, Comissão de Avaliação da UO, Painel de Avaliadores, Conselho Coordenador da Avaliação do Desempenho dos Docentes e Reitor.

O resultado final da avaliação de cada docente é expresso numa escala de quatro posições: excelente, muito bom, bom e não relevante.

Antes de cada novo ciclo de avaliação, cada UO define, para as suas áreas disciplinares, o conjunto de parâmetros que determinam os novos objetivos do desempenho dos docentes e cada uma das suas vertentes, garantindo, assim, permanente atualização do processo

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

The academic staff performance evaluation procedures of the University of Coimbra (UC) are set in the “Regulation of Teachers’ Performance Evaluation of UC” – regulation no. 398/2010, published on the 5th of May, and amended on the 17th of May.

This regulation defines the mechanisms to identify teachers’ performance goals for each time span of evaluation, clearly stating the institution’s vision, across its different levels, and outlining simultaneously a clear reference board to value teachers’ activities with the purpose to improve their performance.

The teachers’ performance evaluation at UC is made on a three years basis and takes into account four dimensions: investigation, teaching, knowledge transfer, university management and other tasks. For each dimension, the teachers’ evaluation may include two variables: quantitative and qualitative.

Quantitative evaluation is based on a set of performance indicators and factors. Each performance indicator is a well-defined aspect of the teacher’s activity and the factors represent an evaluation, defined by the Scientific Board or the Director of the Organisational Unit (OU), for each subject area. Thus, factors allow quantitative evaluation to adjust the context of each subject area.

The qualitative evaluation is made by a panel of reviewers who evaluate teachers’ performance in each dimension.

The evaluation procedures have five stages (self-evaluation, validation, evaluation, audience, and homologation) and include the following participants: teacher, OUs' Director, OUs' Scientific Board, OUs' Evaluation Commission, Evaluators Panel, Coordinator Council of Teachers' Performance Evaluation and Rector.

The final evaluation of each teacher is expressed in a four point scale: excellent, very good, good and not relevant. Before each new evaluation cycle each OU identifies, for the subject areas, a set of parameters that define the new goals of teachers' performance and its components, thus ensuring the continuous updating of the process

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

http://www.uc.pt/uteis/regulamentos/transversais/vigentes/regulamento_avaliao_desempenho_docentes_da_uc.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.

O pessoal não docente do Departamento de Física da Universidade de Coimbra, em regime de tempo integral, está distribuído por várias áreas de apoio à lecionação: serviços de secretariado (4), recursos letivos (2), serviços de biblioteca (1), recursos informáticos (1) e assistência técnica especializada (2).

A dedicação do pessoal não docente às várias formações académicas (Programa de Doutoramento, Mestrados e Licenciaturas) em que o Departamento tem responsabilidade é partilhada pelos vários ciclos de estudos, fazendo-se de acordo com as necessidades de cada um deles.

Os vários ciclos de estudos beneficiam ainda de serviços de limpeza diários a cargo de uma empresa de limpeza contratada pela UC.

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

The members of the non-academic staff of the Physics Department of Coimbra University work in full time extending their activity over several areas, supporting teaching activities: secretarial services (4), academic resources (2), library services (1), informatics resources (1) and expert technical assistance (2).

The dedication of non-academic staff to the different study cycles (PhD Program, Masters and Undergraduate ones) for which the Physics Department is responsible is shared by the various study cycles, according to the needs of each one of them.

The various study cycles also benefit from daily cleaning services, provided by a cleaning company hired by UC.

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

O pessoal não docente afeto à lecionação dos vários ciclos de estudos da responsabilidade do Departamento de Física da Universidade de Coimbra tem qualificações adequadas para as atividades que lhes estão atribuídas. As qualificações do pessoal não docente distribuem-se assim: Doutoramento - 1; Licenciatura - 2; 12º ano - 3; Inferior ao 12º ano - 4.

As contratações mais recentes privilegiaram pessoal com qualificações mais elevadas

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

The non-academic staff supporting the teaching activities of the various study cycles for which the Physics Department of the University of Coimbra is responsible has adequate qualifications for the activities to which they are assigned. The qualifications of the non-academic staff are distributed as follows: PhD - 1; Degree - 2; 12th year - 3; less than 12th year - 4.

The most recent hiring favoured personnel with higher qualifications.

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

A avaliação do desempenho do pessoal não docente é realizada através do Sistema integrado de gestão e avaliação do desempenho na Administração Pública - SIADAP, estabelecido pela Lei n.º 66-B/2007, de 28/12, que integra a avaliação do desempenho dos Serviços, dos Dirigentes e dos Trabalhadores.

O processo de avaliação do desempenho dos trabalhadores consubstancia-se na definição de parâmetros e metas, no acompanhamento do desempenho e na mensuração deste, considerando, não apenas as funções do trabalhador, mas também o seu desenvolvimento profissional. A diferenciação dos desempenhos é garantida pela fixação de percentagens máximas para os níveis de avaliação mais elevados.

Uma plataforma informática, concebida para o efeito, tem permitido gerir o processo com bastante rigor, facilitando a articulação integrada, nas diversas fases, das atuações de todos os intervenientes, sem descuidar a dimensão e as características intrínsecas da Universidade de Coimbra.

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

The evaluation of non-teaching staff performance is accomplished through an Integrated Management and Performance Evaluation System of the Public Administration, established by the law 66-B/2007, which integrates the assessment of the services', managers' and workers' performances.

This evaluation process sets some parameters and goals, measures the performance follow up, considering not only the worker functions, but also his professional development. The performance differentiation is guaranteed by the setting of maximum percentages for the highest evaluation levels.

A computer platform, design for the purpose, has allowed to manage the process with great accuracy, facilitating the integrated articulation, in the several phases, of all intervenient performances, without neglecting the dimension and the intrinsic characteristics of the Coimbra University.

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

A formação do pessoal não docente visa, fundamentalmente, dotar o trabalhador dos conhecimentos e competências necessários às funções que desempenha, mas também ao seu desenvolvimento profissional e pessoal.

O levantamento das necessidades de formação é realizado a partir de diversas fontes, nomeadamente de inquéritos sobre necessidades de formação, da informação recolhida em sede de avaliação do desempenho, de propostas e sugestões endereçadas pelos trabalhadores, atendendo sempre às áreas definidas como estratégicas pelo governo da Universidade.

Habitualmente, o plano de formação congrega áreas muito diversas, como Gestão de Recursos Humanos, Contratação Pública, Gestão para a Qualidade, Atendimento e Comportamento Profissional, Tecnologias de Informação e Comunicação, Desenvolvimento de Competências de Liderança e Gestão de Equipas, Higiene e Segurança no Trabalho.

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

The training of non-teaching staff aims fundamentally to provide the worker with knowledge and skills considering the function they perform, but also their professional and personal development.

The assessment of the training necessities is performed through several sources, namely training necessities surveys, information gathered in the performance evaluation head office, proposals and suggestions addressed by the workers and considering the areas defined as strategic by the government of the University.

Usually, the training plan gathers different areas such as Human Resources Management, Public Hiring, Management for Quality, Reception and Professional Behavior, Information and Communication Technologies, Leadership Skills Development and Teams Management, Hygiene and Safety at Work.

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	78.57
Feminino / Female	21.43

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	0
24-27 anos / 24-27 years	35.71
28 e mais anos / 28 years and more	64.29

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 / 1st curricular year	7
2º ano curricular / 2nd curricular year	3
3º ano curricular / 3rd curricular year	0
	10

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	10	10	10
N.º candidatos 1.ª opção / No. 1st option candidates	0	3	7
N.º colocados / No. enrolled students	0	3	7
N.º colocados 1.ª opção / No. 1st option enrolments	0	3	7
Nota mínima de entrada / Minimum entrance mark	10	10	10
Nota média de entrada / Average entrance mark	16	16	16

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)

<sem resposta>

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

<no answer>

5.2. Ambientes de Ensino/Aprendizagem

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

A UC, através da Divisão de Aconselhamento e Integração dos Serviços de Ação Social, mais concretamente do Núcleo de Integração e Aconselhamento, presta apoio psicopedagógico aos estudantes da UC e apoio no âmbito das necessidades educativas especiais em articulação com os órgãos de gestão da UC/UO.

O Gabinete de Apoio ao Estudante, da FPCE, dá não só resposta aos estudantes desta faculdade como apoia todos os outros e demais estruturas da UC, sempre que solicitado, particularmente nas seguintes áreas: apoio psicológico e psicopedagógico, aconselhamento de carreira.

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

The Coimbra University, through the Division of Counseling and Social Action Integrations' Services, namely through the Center for Integration and Counseling, provides educational psychological support to students at UC and also support within the special educational needs, in conjunction with the management bodies of the UC / UO. The Student Support Office, from the Faculty of Psychology and Educational Sciences, provides support not only to his students but also to every other student, staff and university services, when requested, especially in the areas of psychological support and career counseling.

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

Para promover uma melhor integração dos estudantes que chegam à UC pela 1ª vez, a instituição tem um conjunto de respostas de caráter transversal (p.e., semana de acolhimento no período de matrículas; receção pelo Reitor e programa de formação extracurricular ao longo do ano; programa de peer counseling), a que se associam atividades específicas, desenhadas pelos coordenadores de curso/ciclo de estudo, em articulação com os diretores de UO e com os núcleos de estudantes.

A integração de estudantes estrangeiros é muito apoiada pela Divisão de Relações Internacionais, constituindo o "programa buddy" uma preciosa ajuda para quem acaba de chegar e não fala português.

Um conjunto alargado de iniciativas científicas, culturais, desportivas e de fóruns de discussão constituem suportes importantes para esse processo de integração, numa parceria tão estreita quanto necessária entre Reitoria, Unidades Orgânicas e AAC.

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

In order to promote the integration of the students who are in Coimbra for the first time, the University has a series of transversal answers (e.g., counseling week during the registration period; reception by the Rector and extracurricular workshops through the year; peer counseling program). There are specific activities, designed by the degree/cycle of studies coordinators in collaboration with the organic units' directors and the students' group, which are associated to these answers.

The foreign students integration is enthusiastically supported by the International Relations Unit. The 'Buddy program' is a precious help to those who have just arrived and do not speak portuguese.

A wide range of scientific, cultural and sports initiatives, as well as debate forums, constitute an important support to the integration process, in a close partnership between the Rectory, the organic units and the AAC.

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

A universidade dispõe de uma estrutura ramificada e próxima dos estudantes que lhe permite dar resposta às suas necessidades no aconselhamento sobre possibilidades de financiamento e emprego. A Divisão de Planeamento e Saídas Profissional (DPSP), a Divisão de Inovação e Transferências do Saber (DITS), a Divisão de Apoio e Promoção da Investigação (DAPI) e a Divisão de Projetos e Atividades (DPA) dão apoio central e transversal a toda a academia nestes domínios de forma bastante articulada e concertada. Estas estruturas são ainda complementadas com os núcleos de estudantes da Associação Académica de Coimbra para a realização de algumas iniciativas de específicas.

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

The University of Coimbra has a branched structure to counsel the students about funding and employment possibilities. The Careers Service of the University, the Innovation and Transfer of Knowledge Division, the Research Support and Promotion Division and the Projects and Activities Office support the whole university within these fields in a well-articulated and concerted way. These structures are also complemented with the students' cores of Coimbra's Academic Association to promote some specific initiatives.

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

O atual modelo de auscultação no âmbito da gestão da qualidade pedagógica da UC prevê a aplicação de um questionário específico aos estudantes de 3.º ciclo em 2 momentos: um ano após matrícula no programa doutoral (Momento A) e aquando da conclusão do mesmo (Momento B). Este modelo foi definido após a conclusão de um projeto-piloto e tendo em conta os referenciais e boas práticas neste âmbito. O inquérito referente ao Momento A foi implementado em 2011/12, com disponibilização dos resultados no sistema de informação, sendo esta uma informação importante para a autoavaliação do curso. O inquérito referente ao Momento B encontra-se em desenvolvimento.

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

The current pedagogical quality model at UC includes a specific questionnaire for 3rd cycle students in two periods: one year after enrollment in the doctoral program (Moment A) and at its' conclusion (Moment B). This model was defined after a pilot project and taking into account the guidelines and best practices in this area. The Moment A questionnaire was implemented in 2011/12, with the results available in the information system, which is an important information for self-assessment of the study cycle. Moment B questionnaire is being developed.

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

A UC criou uma rede interna coordenada pela Divisão de Relações Internacionais (DRI) com o objetivo de promover uma mobilidade de qualidade respeitando escrupulosamente as regras do ECTS. Em todas as unidades orgânicas/departamentos existem coordenadores que se ocupam fundamentalmente do contrato de estudos e do reconhecimento dos créditos obtidos.

A DRI promove a mobilidade através de sessões de informação nas unidades orgânicas e através da sua página em linha que mantém permanentemente atualizada.

A internacionalização é uma das prioridades estratégica da UC. Apesar da mobilidade ser a principal componente estão a ser dados passos firmes no sentido da promoção e desenvolvimento de diplomas conjuntos quer a nível da participação em projetos ERASMUS MUNDUS quer a nível de outras parcerias inspiradas nesse modelo. A atração de estudantes e investigadores e docentes estrangeiros é outro vetor importante da internacionalização.

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

The university has created an intern network that is coordinated by the International Relations Unit (DRI) to promote quality mobility, accordingly to the ECTS regulations. In every organic unit/department there are

coordinators who address the studys' contract and the obtained credits recognition.

The DRI promotes mobility through briefing sessions at the organic units and through its online page, which is constantly updated.

Internationalization is one of the University's strategic priorities. Even though mobility is its main component, steady steps are being taken in order to promote and develop joint degrees, which participate in projects such as ERASMUS MUNDUS and others alike. Another important vector of the internationalization is the mobility of foreign students, investigators and professors.

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.

- *Aquisição de conhecimentos avançados nas diferentes áreas do ciclo de estudos, complementares dos adquiridos em Mestrados no domínio da Física ou afins.*
- *Desenvolvimento de competências, aptidões e métodos de investigação associados a um domínio científico.*
- *Desenvolvimento da capacidade de conceber, projetar e realizar autonomamente trabalho de investigação original, com a qualidade imposta pelos padrões internacionais.*
- *Desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente e sintetizar novas ideias e perspetivas.*
- *Desenvolvimento da capacidade de comunicação com os pares, com a restante comunidade académica e com a sociedade, na área de especialidade do estudante.*

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

- *Acquisition of advanced knowledge in a particular area of Physics, complementing that obtained at a Master's level in Physics or similar field.*
- *Development of competences, abilities and research methods in a particular field of Physics.*
- *Development of ability to autonomously conceive, design and perform original research work of high quality according to international standards.*
- *Development of critical analysis skills and of ability to synthesise new ideas and perspectives.*
- *Development of communication skills – with pairs, with the scientific community and with the society – in a particular area of physics.*

6.1.2. Periodicidade da revisão curricular e forma de assegurar a atualização científica e de métodos de trabalho. *Será feita uma revisão curricular, sempre que a experiência acumulada de docentes e de estudantes o justifique, não havendo necessariamente uma periodicidade fixa.*

Este ciclo de estudos desenvolve-se numa instituição com centros de investigação relevantes, estando os estudantes associados a unidades de investigação de prestígio, com ligações internacionais, o que constitui garantia de permanente atualização científica e de métodos de trabalho.

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

A revision of the course curriculum will be performed whenever justified by the accumulated experience academic staff and students, without a fixed periodicity. The fact that this cycle of studies is implemented in an institution with prestigious research centers maintaining international collaborations, guarantees the permanent update of scientific contents and working methods.

6.2. Organização das Unidades Curriculares

6.2.1. Ficha das unidades curriculares

Mapa X - Astrofísica e Astropartículas / Astrophysics and Astroparticles

6.2.1.1. Unidade curricular:

Astrofísica e Astropartículas / Astrophysics and Astroparticles

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

João Carlos Lopes Carvalho - OT + T = 45.00

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

n/a

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

Formação avançada em Astrofísica e Astropartículas, nas suas componentes teórica e experimental, em temas na fronteira da investigação. Os alunos serão alertados, em particular, para os problemas em aberto. Esta Unidade Curricular curso destina-se a familiarizar os estudantes com as descobertas mais importantes em Astrofísica e Astropartículas nas últimas décadas, e com a forma como estas alteraram a nossa percepção sobre a origem, estrutura, evolução e composição do Universo.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Advanced training in Astrophysics and Astroparticles, in its theoretical and experimental components, on issues at the frontier of research. Students will be alerted, in particular, for the problems still open in this area. This Course is intended to familiarize students with the most important discoveries in astrophysics and astroparticles in recent decades, and how they changed our perception about the origin, structure, evolution and composition of the Universe.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

A - Astrofísica

1. *Cosmologia observacional*
2. *Estrutura e evolução estelar*
3. *Galáxias*
4. *O Modelo Padrão da Cosmologia*
5. *Big Bang e expansão do Universo*
6. *A Radiação Cósmica de Fundo*
7. *Buracos negros e outros objectos compactos*

B - Astropartículas

1. *Bariogénese*
2. *Neutrinos solares e astrofísicos*
3. *Raios gama*
4. *Matéria escura e sua deteção*
5. *Energia escura*
6. *Raios cósmicos carregados*
7. *Raios cósmicos de energia extrema*
8. *Ondas gravitacionais*

6.2.1.5. Syllabus:

A - Astrophysics

1. *Observational Cosmology*
2. *Structure and stellar evolution*
3. *Galaxies*
4. *The Cosmology Standard Model*
5. *Big Bang and the Universe expansion*
6. *The Cosmic Background Radiation*
7. *Black holes and other compact objects*

B - Astroparticles

1. *Baryogenesis*
2. *Solar and astrophysical neutrinos*
3. *Gamma rays*
4. *Dark Matter and its detection*
5. *Dark Energy*
6. *Charged cosmic rays*
7. *Cosmic rays with extreme energy*
8. *Gravitational waves*

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

Os conteúdos programáticos cobrem todos os objetivos de aprendizagem desta unidade curricular, ao darem uma visão global da Astrofísica e das Astropartículas, em particular os últimos desenvolvimentos, tanto teóricos como experimentais.

Os estudantes terão acesso à informação relevante para compreenderem os últimos resultados obtidos nesta área.

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

The syllabus covers all the learning objectives of this course, in order to give an overview of Astrophysics and

Astroparticles, in particular the latest developments, both theoretical and experimental.
Students will have access to the relevant information to understand the latest results obtained in this area.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo com referências constantes aos dados observacionais e experimentais, aos problemas em aberto e às técnicas experimentais e observáveis físicos utilizados para o seu esclarecimento. Será dada ênfase aos conhecimentos mais actuais da descrição do Universo e da sua evolução, bem como as suas implicações ao nível das partículas elementares e das interações fundamentais. Os alunos terão de realizar pequenas pesquisas bibliográficas acerca de alguns dos assuntos apresentados.

Avaliação:

- Avaliação (Resolução de problemas - 20.0%, Trabalho de síntese - 80.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Descriptive teaching, with constant references to observational and experimental data, the open problems and the experimental techniques and physical variables used for its interpretation. Emphasis will be given to the most current knowledge of the description of the Universe and its evolution, and its implications at the level of elementary particles and fundamental interactions. Students will have to perform small research tasks (in books, scientific articles and web sites) about some of the topics presented .

Evaluation:

- Assessment (Resolution Problems - 20.0%, Synthesis work - 80.0%)

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

Um ensino expositivo, com grande interação com os estudantes, onde são apresentados os conteúdos programáticos da disciplina, é a metodologia de ensino mais adequada. A apresentação dos últimos resultados experimentais, e a pesquisa pelos alunos destes resultados em artigos científicos publicados recentemente, permite fomentar a discussão das suas implicações, avaliar as suas consequências e perspectivar quais os desenvolvimentos futuros possíveis, tanto a nível teórico como experimental. É ainda possível fazer a ligação entre as partículas elementares, a escala do muito pequeno, com a estrutura do Universo, a escala do muito grande.

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

A descriptive teaching, with great interaction with the students, where the curricular unit's contents is presented, is the most appropriate teaching methodology. The presentation of recent experimental results, and the research by the students of these results in scientific articles recently published, encourages the discussion of their implications, assesses their consequences and the consideration of what the possible future developments will be, both at the theoretical and the experimental level. It is also possible to explain the connection between elementary particles, the very small scale, with the Universe structure, the very large scale.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Steven Weinberg, Gravitation and Cosmology, John Wiley & Sons, 1972**
- J. Peacock, Cosmological Physics, Cambridge Univ. Press, 1998**
- Edward W. Kolb and Michael S. Turner, The Early Universe, Addison-Wesley, 1989**
- Scott Dodelson, Modern Cosmology, Academic Press, 2003**
- P.J.E. Peebles, Principles of Physics Cosmology, Princeton Univ. Press, 1993**
- R.Q. Huang and K.N. Yu, Stellar astrophysics, Springer-Verlag, 1998**
- R. Kippenhahn and A. Weigert, Stellar structure and evolution, Springer- Verlag, 1990**
- J.N. Bahcall and J.P. Ostriker Eds., Unsolved problems in astrophysics, Princeton Univ. Press, 1997**
- Lars Bergstrom and Ariel Goobar, Cosmology and particle physics, 2nd edition, 2004**
- D.Perkins, Particle astrophysics, Oxford Univ. Press, 2003**
- T.Gaisser, Cosmic rays and particle physics, Cambridge Univ. Press, 1990**
- Todor Stanev, High energy cosmic rays, Springer, 2004**
- M. Zeilik e S. Gregory, Introductory astronomy and astrophysics, 4th ed., Saunders College Publishing, 1997**

Mapa X - Complementos de Teoria de Campos / Advanced Field Theory

6.2.1.1. Unidade curricular:

Complementos de Teoria de Campos / Advanced Field Theory

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

Pedro Almeida Vieira Alberto - OT + T = 45.00

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

n/a

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

- *Reconhecer a importância de métodos não-perturbativos para a análise de dados relativamente à dispersão e produção de partículas em processos de alta energia, realizados em aceleradores de partículas, como LHC, DESY, Fermilab, KEK e BEPC, ou em experiências que envolvem raios cósmicos, como o Pierre Auger Cosmic Ray Observatory.*
- *Conhecer as equações de Bethe-Salpeter e de Schwinger-Dyson.*
- *Calcular secções eficazes de processos que envolvem interações fortes e electro-fracas.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- *Recognize the importance of non-perturbative methods for data analysis regarding collision and particle production in high energy processes in particle accelerators such as the LHC, DESY, Fermilab, BEPC and KEK, or experiments involving cosmic rays, like the Pierre Auger cosmic Ray Observatory.*
- *To know the Bethe-Salpeter and the Schwinger-Dyson equations.*
- *Calculate Cross sections of processes involving strong and electro-weak interactions.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- *Diagramas de Feynman através o metodo de integrais de caminho e revisão de metodos perturbativos.*
- *Densidade Lagrangeana do Modelo Padrão.*
- *Equações de Bethe-Salpeter e reduções tri-dimensionais.*
- *Diagramas de Schwinger-Dyson.*
- *Aplicações: dispersão e produção de hadrões, processos que envolvem bosões de gauge e partículas Higgs, propagadores de quarks vestidos, estados ligados de quarks, espectroscopia hadrónica.*

6.2.1.5. Syllabus:

- *Feynman diagrams Feynman through the path integral method and review of perturba-tive methods.*
- *The lagrangian density of the Standard Model.*
- *The Bethe-Salpeter equation and its three dimensional reductions.*
- *Schwinger-Dyson diagrams.*
- *Applications: Dispersion and production of hadrons, processes involving gauge bosons and Higgs particles, dressed quark propagators, bound states of quarks, hadronic spectroscopy .*

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

O programa cobre tópicos avançados de Teoria Quântica de Campos e que complementam a formação em Física de Partículas. A disciplina discute vários cálculos com detalhe de forma a ilustrar a utilização das técnicas ensinadas.

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

The program covers advanced topics of Quantum Field Theory and complements the background of a particle physics. The course discusses various calculations in detail to illustrate the use of the techniques learned in the course.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo com referências constantes aos sistemas físicos cuja descrição se enquadra nas equações apresentadas. Será dada ênfase às técnicas matemáticas necessárias para a obtenção das propriedades dos processos de dispersão e produção de partículas elementares.

Avaliação:

- *Avaliação (Exame - 50.0%, Trabalho de investigação - 50.0%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expository teaching with constant references to physical systems whose description fits the equations presented. Emphasis will be given to the mathematical techniques necessary to obtain the properties of the dispersion and production of elementary particles.

Evaluation:

- *Assessment (Exam - 50.0%, Research work - 50.0%)*

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

curricular.

A combinação de uma cultura fundamental comum, que é obtida na série de seminários, com a aprendizagem das técnicas fornecidas pela Teoria de Quântica de Campos, exemplificadas com a discussão de vários casos práticos, é um método eficaz para aprender não só os conceitos fundamentais de Teoria Quântica de Campos como em saber utilizá-los.

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

The combination of a fundamental and common culture, which is obtained in the series of seminars, with the learning of the techniques provided by Quantum Theory of Fields, exemplified by discussing several case studies is an effective method of learning both the fundamental concepts of Quantum Field Theory and how to use them.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- R. Blankenbecler and R. Sugar, *Linear integral equations for relativistic multichannel scattering*, *Phys. Rev.* 142, 1051 (1966).
- A. A. Logunov and A. N. Tavkhelidze, *Quasioptical approach in quantum field theory*, *Nuovo Cim.* 29, 380 (1963).
- E. D. Cooper and B. K. Jennings, *Obtaining the one-body limit from the relativistic two-body equation*, *Nucl. Phys.* A500, 553 (1989).
- R. J. Rivers, *Path integral methods in quantum field theory*, Cambridge University Press, 1987.
- Ta-Pei Cheng and Ling-Fong Li, *Gauge theory of elementary particles*, Clarendon Press, 1984.
- C. D. Roberts and A. G. Williams, *Dyson-Schwinger equations and their application to hadronic physics*, *Prog. Part. Nucl. Phys.* 33, 477 (1994).
- C. D. Roberts, *Hadron Properties and Dyson-Schwinger Equations*, *Prog. Part. Nucl. Phys.* 61, 50 (2008).
- M. S. Bhagwat, A. Hoell, A. Krassnigg, C. D. Roberts and S. V. Wright, *Schwinger functions and light-quark bound states*, *Few Body Syst.* 40, 209 (2007).
- A. Krassnigg, C. D. Roberts and S. V. Wright, *Mes*

Mapa X - Computação Avançada / Advanced Computation**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Computação Avançada / Advanced Computation

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

Pedro Almeida Vieira Alberto - T + OT=45

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

n/a

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

- *Reconhecer a importância e os domínios de aplicação da computação avançada*
- *Conhecer as principais características de hardware e software de um supercomputador*
- *Adquirir conhecimentos e prática de computação paralela, incluindo o uso de diretivas/bibliotecas paralelas e alguns algoritmos específicos para esse tipo de computação.*
- *Adquirir experiência no uso de recursos de computação avançada.*

Competências a desenvolver:

Competência em análise e síntese;

Competência em resolução de problemas;

Uso da internet como meio de comunicação e fonte de informação;

Capacidade de decisão;

Competência em raciocínio crítico;

Competência em aprendizagem autónoma;

Adaptabilidade a novas situações.

Competência em investigar.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Recognize the importance and the application domains of advanced computing.

Know the main hardware and software components of a supercomputer

Acquire knowledge and practice of parallel computing, including the use of directives/libraries for parallel computing and some specific algorithms for this kind of computing.

Gain experience in using advanced computing resources.

Competences:

Develop analysis and synthesis abilities;

Problem solving;

Usage of internet as communication means and source of information;
Decision-making capability;
Critical reasoning;
Capacity for autonomous learning;
Adaptability to new situations;
Research abilities

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Sistemas de computação avançada: HPC vs. HTC.

Arquiteturas de hardware: clusters, MPP, arquiteturas híbridas.

Software de sistema usado em HPC: filesystems, bibliotecas, gestão de recursos e de trabalhos. Tendências da evolução do HPC.

Computação paralela e sua importância. Principais domínios de aplicação. Paradigmas de computação paralela: memória distribuída e partilhada. Eficiência de um algoritmo paralelo: speedup e eficiência de paralelização (Lei de Amdahl).

OpenMP. Modelo "fork and join". Loops paralelos, operações coletivas e barreiras. Variáveis privadas e partilhadas. Problema da competição por dados partilhados ("data race").

MPI. Paralelização de Algoritmos: decomposição de dados e decomposição de domínio. Modelo master-slave para distribuição de dados. Tipos de comunicações em MPI. Operações coletivas - dados e cálculo. Comunicadores e topologias de comunicação. Definição de novas estruturas de dados.

Aplicações a álgebra linear e resolução da equação de Poisson.

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction to advanced computing systems: HPC vs. HTC.

Hardware architectures: clusters, MPP, hybrid architectures.

System software used in HPC: filesystems, libraries, resource management and job allocation.

Trends in supercomputing.

Parallel computing and its importance. Main application domains. Paradigms of parallel computing: shared memory and distributed memory. Measuring the efficiency of parallel algorithms: speedup and Amdahl's law.

OpenMP programming: fork and join model. Parallel zone. Parallel loops, collective operations and barriers. Private and shared variables. Data race problems.

MPI. Parallelization techniques: data decomposition and domain decomposition. Model master-slave for data distribution and collection. MPI communication types. Collective operations for data and computation.

Communicators and communication topologies. Creation of derived data types.

Applications to linear algebra problems and to the numerical solution of the Poisson equation.

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

O programa põe especial ênfase na aprendizagem e aplicação dos conceitos novos de programação paralela que, pela sua especificidade e diferenças em relação à programação sequencial, exigem uma componente prática muito intensa, com aplicações a casos concretos. Essa é a forma mais eficaz dos objetivos da unidade curricular serem atingidos.

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

The syllabus emphasizes the learning and application of the new concepts of parallel programming, which, because of their particular nature and differences regarding sequential programming, need an extensive practice. This is the most effective way of attaining the objectives of the curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino eminentemente prático, com recurso extensivo a apresentações de slides com matéria teórica e prática, acesso à internet.

Faz-se uso de um terminal de linha de comando usando compiladores da GNU e a implementação mpich do MPI (Windows/Linux/MacOS) para os exercícios práticos, que consistem em elaboração de programas paralelos.

Disponibiliza-se acesso remoto a um cluster de computadores para as avaliações práticas.

Avaliação:

- Avaliação (Projecto - 50.0%, Resolução de problemas - 50.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes are essentially hands-on practice sessions of parallel computing.

Teaching involves slide presentations of theoretical material, programming examples, and programming exercises . Internet access is used for obtaining relevant material.

The programming exercises are made using a command line terminal in Windows/Linux/macOS, GNU compilers and the mpich implementation of MPI. Access to a remote computer cluster is given for the problem assignments for evaluation.

Evaluation:

- Assessment (Project - 50.0%, Resolution Problems - 50.0%)

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

O uso extenso do projetor de vídeos, quer para a apresentação de slides, quer para acesso a informação relevante na Web, quer, finalmente, para mostrar exemplos de programação e seus resultados apresentados em tempo real aos alunos, permite a aprendizagem mais eficaz dos novos conceitos de programação e sua aplicação na resolução de problemas computacionais.

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

The extensive use of use of the video projector for slide presentations, for relevant Web information access, and for real-time coding and result presentation allow for a more effective learning of the new programming concepts and their application in solving computational problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Using MPI, 2nd Edition

William Gropp, Ewing Lusk and Anthony Skjellum, MIT Press

Using MPI-2

William Gropp, Ewing Lusk and Rajeev Thakur, MIT Press

Using OpenMP

Barbara Chapman, Gabriele Jost and Ruud van der Pas, MIT Press

Parallel Programming with MPI, P. Pacheco, Morgan Kaufmann Publishers, 1997.

Numerical Linear Algebra on High-Performance Computers

Jack J. Dongarra, Iain S. Duff , Danny C. Sorensen, Hank A. van der Vorst

The Sourcebook of Parallel Computing

Jack Dongarra , Geoffrey Fox , Ken Kennedy , Linda Torczon , William Gropp , Ian Foster (Editor), Andy White (Editor)

<http://www.openmp.org>

<https://computing.llnl.gov/tutorials/mpi>

Mapa X - Dinâmica Molecular / Molecular Dynamics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Dinâmica Molecular / Molecular Dynamics

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

Fernando Manuel da Silva Nogueira - OT+T=45

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

n/a

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

No final desta unidade curricular, o estudante deve ser capaz de:

i) avaliar todos os factores que afectem a precisão de uma simulação de DM;

ii) compreender os algoritmos usados numa simulação de DM e saber o respectivo custo computacional;

iii) avaliar a qualidade da amostragem e dos métodos utilizados para a melhorar;

iv) preparar simulações de DM clássica ou ab-initio;

v) preparar determinações de energia livre;

vi) analisar propriedades estruturais e dinâmicas.

Serão ainda desenvolvidas as seguintes competências:

- *Competência em análise e síntese;*
- *Competência para resolver problemas;*
- *Competência em raciocínio crítico;*
- *Competência em aprendizagem autónoma;*
- *Competência em investigar.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After completion of this course, the student should be able to:

- i) assess all factors that affect the accuracy of MD simulations;*
- ii) understand the algorithms and computational cost of MD simulations;*
- iii) assess the quality of sampling and of the methods used to improve sampling;*
- iv) set up classical or ab-initio MD simulations;*
- v) set up free energy calculations;*
- vi) analyse structural and dynamical properties.*

The following competences will also be developed:

- *Competence in analysis and synthesis;*
- *Competence in problem solving;*
- *Competence in critical reasoning;*
- *Competence in autonomous learning;*
- *Competence in research.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Revisões de mecânica estatística: ensembles, flutuações, funções de correlação e coeficientes de transporte.

Potenciais par e inter-moleculares empíricos e semi-empíricos.

Dinâmica molecular clássica: equações do movimento, inicialização da simulação, algoritmos para integração das equações do movimento, formulação de Liouville.

Simulações a temperatura ou pressão constante: termostatos de Andersen e Nosé-Hoover e baróstatos.

Determinações de energia livre: integração termodinâmica, potencial químico, ensemble de Gibbs, energias livres de sólidos, sistemas fora do equilíbrio.

Aspetos técnicos: interações de longo alcance, eventos raros, supercomputadores.

Dinâmica molecular ab-initio: Born-Oppenheimer, Ehrenfest, Car-Parrinello, QM/MM.

Aplicações.

6.2.1.5. Syllabus:

Statistical mechanics review: ensembles, fluctuations, correlation functions and transport coefficients.

Empirical and semi-empirical pair- and inter-molecular potentials.

Classical molecular dynamics: equations of motion, simulation initialisation, algorithms for integration of the equations of motion, Liouville formulation.

Simulations at constant temperature or pressure: Andersen and Nosé-Hoover thermostats and barostats.

Free-energy calculations: thermodynamic integration, chemical potential, Gibbs ensemble, free energies of solids, non equilibrium systems.

Technical details: long-range interactions, rare events, supercomputers.

Ab-initio molecular dynamics: Born-Oppenheimer, Ehrenfest, Car-Parrinello, QM/MM.

Applications.

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

Os conteúdos programáticos cobrem quase exaustivamente os fundamentos teóricos tanto da dinâmica molecular clássica como da dinâmica molecular ab-initio. É dada grande ênfase à discussão do significado físico das várias aproximações e dos problemas/limitações dos métodos. Espera-se assim cumprir os pontos i) - iii) dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Os pontos iv) - vi) dos objetivos serão cumpridos com recurso a exemplos de aplicação apresentados nas aulas teóricas e discutidos nas aulas de orientação tutorial. Serão também realizados vários trabalhos práticos, posteriormente avaliados e discutidos nas aulas de orientação tutorial, que facilitem o cumprimento dos objetivos iv) - vi). As competências serão desenvolvidas, principalmente, através dos vários trabalhos práticos e das discussões.

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

The syllabus presents a quite comprehensive presentation and discussion of the theoretical basis of both classical and ab-initio molecular dynamics. Particular emphasis is given to the discussion of the physical interpretation of the approximations and of the problems/limitations of the methods. Points i) - iii) of the objectives of the curricular unit are expected to be fulfilled through these discussions. Points iv) - vi) of the objectives will be met recurring to examples of the application of the theory that will be presented in the theoretical classes and discussed in the tutorial classes. These classes will also be used to evaluate and discuss practical homework assignments leading to better fulfilment of objectives iv) - vi). Competences will be developed, mainly but not exclusively, through the several practical homework assignments and class discussions.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas expositivas complementadas com trabalhos práticos e problemas teóricos que serão feitos em casa e discutidos nas aulas de orientação tutorial.

Avaliação:

- Avaliação (Projecto - 30.0%, Resolução de problemas - 50.0%, Trabalho de síntese - 20.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The subject matter will be presented in the theoretical classes. These presentations will be complemented with practical and theoretical problems given as homework and discussed afterwards in the tutorial classes.

Evaluation:

- Assessment (Project - 30.0%, Resolution Problems - 50.0%, Synthesis work - 20.0%)

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

Os objetivos de aquisição de conhecimentos teóricos e compreensão do significado físico e limitações dos métodos serão atingidos através da apresentação e discussão da teoria nas aulas teóricas. Os objetivos relacionados com a utilização de programas de computador para resolver problemas práticos serão atingidos através dos trabalhos feitos em casa pelos alunos e posteriormente discutidos nas aulas de orientação tutorial. As competências serão desenvolvidas, principalmente, através dos vários trabalhos práticos e das discussões nas aulas teóricas e de orientação tutorial.

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

Objectives related to the acquisition of theoretical knowledge and understanding of the physical significance and limitations of the methods will be met through the presentation and discussion of the theory during the theoretical classes. Objectives related to the use of computer programs to solve practical problems will be met through the homework assignments and their discussion in the tutorial classes. Competences will be developed,

mainly but not exclusively, through the several practical homework assignments and class discussions.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications
Daan Frenkel and Berend Smit
Academic Press (2002)

Computer Simulation of Liquids
M. P. Allen and D. J. Tildesley
Oxford University Press (1987)

Ab Initio Molecular Dynamics: Basic Theory and Advanced Methods
Dominik Marx and Jürg Hutter
Cambridge University Press (2009)

The Art of Molecular Dynamics Simulation
D. C. Rapaport
Cambridge University Press (2004)

A molecular dynamics primer
Furio Ercolessi
<http://www.fisica.uniud.it/~ercolessi/md/md/>

Molecular dynamics without effective potentials via the Car-Parrinello approach
Dahlia K. Remler, Paul A. Madden
Molecular Physics 70 (1990) 921-966

Iterative minimization techniques for ab initio total-energy calculations: molecular dynamics and conjugate gradients
M. C. Payne, M. P. Teter, D. C. Allan, T. A. Arias, and J. D. Joannopoulos
Rev. Mod. Phys. 64 (1992) 1045-1097

Mapa X - Electrónica Rápida / Fast Electronics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Electrónica Rápida / Fast Electronics

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

Custódio Francisco de Melo Loureiro - T+OT=45

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

n/a

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

Compreensão dos diferentes factores analógicos necessários ao funcionamento de sistemas digitais a operar a frequências muito elevadas (da ordem do GHz). Cuidados a ter na implementação de sistemas digitais em circuito impresso.

Uso da linguagem VHDL para o desenvolvimento de sistemas digitais complexos. Projecto orientado para a síntese. Simulação de circuitos. Técnicas de interface de sinais em série (gigabit por segundo). Capacidade de projetar, de forma integrada, sistemas digitais complexos multicomponente, e de especificar a sua integração em circuito impresso.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Understanding analog constraints of digital systems operating at very high frequencies (over 1 GHz) – PCB implementation techniques.

Using VHDL for development of complex digital systems. Designing for synthesis. Circuit simulation. Gigabit/s interfacing techniques.

Ability to design in an integrated manner digital multicomponent complex systems, and to specify their integration on PCB.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Aspectos analógicos de circuitos digitais rápidos.

Redes de parâmetros distribuídos. Resposta em frequência e tempo de subida do sinal.

Características das portas lógicas rápidas. Potência, velocidade, encapsulamento.
Linhas de transmissão. Os diferentes tipos de terminações.
Pistas em PCB. Organização em camadas. Vias.
Sinais diferenciais. Sinais série Gigabit/s.
Métodos de distribuição de clock.

2. Modelização de sistemas digitais.

Linguagem VHDL. Tipos e operadores. Pacotes IEEE std_logic_1164 e numeric_standard.
Identificadores de sinais concorrentes. Comandos sequenciais.
Síntese de código VHDL.
Máquinas de estados.
Projecto hierárquico.
FPGAs e VHDL. Interfaces-série rápidas.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Analog requisites of fast digital circuits.
Networks of distributed parameters. Frequency response and rise time.
High-speed properties of logic gates. Power, speed, packaging.
Transmission lines. Termination techniques.
PCB traces. Layer stacking. Vias.
Differential signals. Gigabit/s serial signaling.
Clock distribution methods.

2. Modelling digital systems.

VHDL language. Types and operators. IEEE std_logic_1164 and numeric_standard packaging.
Concurrent signal assignment statements. Sequential statements.
Synthesis of VHDL code.
State machines.
Hierarchical design.
FPGAs and VHDL. Fast serial interfaces.

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

O programa aborda, numa primeira parte, os principais cuidados a ter na implementação física, em circuito impresso, de circuitos digitais de muito alta frequência. A segunda parte do programa versa a modelização e a implementação em FPGA de circuitos digitais de elevada frequência. Estes conhecimentos são fundamentais para projectar circuitos digitais complexos de elevado desempenho.

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

The first part of the program addresses the main problems in the physical implementation of very high frequency digital circuits on PCB. The second part, relates to modeling and FPGA implementation of high frequency digital circuits. Both are fundamental to the ability of designing and implementing complex high performance digital circuits.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação dos diferentes temas em aulas de cariz teórico-prático, sempre que possível seguidas da realização prática, por parte dos alunos, dos conceitos e técnicas aprendidas. A aprendizagem será complementada por um trabalho de síntese sobre um tema da preferência do aluno. Os alunos deverão também realizar um projeto de sistema digital a implementar em FPGA.

Avaliação:

- Avaliação (Projecto - 60.0%, Trabalho de síntese - 40.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The different subjects are theoretically presented and discussed in classes and, whenever possible, followed by the practical implementation of the learned techniques and concepts. The learning will be complemented by a review work on a topic of the student's preference. The students will also undertake a project of a digital system to be implemented on FPGA.

Evaluation:

- Assessment (Project - 60.0%, Synthesis work - 40.0%)

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

Fornecem-se os conhecimentos práticos e introduzem-se as metodologias necessárias à implementação de

circuitos digitais de elevado desempenho, quer integrados em circuito impresso, quer em FPGA. A formação base fornecida é complementada pelo trabalho de síntese e por um projeto, tanto quanto possível próximos dos interesses de cada aluno.

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

The methods and the practical knowledge provided allow the students to implement high performance digital circuits, both by integrating components on a PCB, and FPGA programming. This basic learning is complemented by a review work and a project on subjects of specific interest for the student.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

High-Speed Digital Design, Howard W. Johnson and Martin Graham, Prentice Hall, 1993; ISBN 0-13-395724-1

High-Speed Signal Propagation, Howard W. Johnson and Martin Graham, Prentice Hall, 2003; ISBN 0-13-084408-X

The Designer's Guide to VHDL, 3rd edition, Peter J. Ashenden, Morgan Kaufmann Publishers, Inc (2008), ISBN 978-0-12-088785-9

RTL Hardware Design using VHDL, Pong P. Chu, Wiley-Interscience, 2006; ISBN-13: 978-0-471-72092-8

Mapa X - Estatística Avançada / Advanced statistics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Estatística Avançada / Advanced statistics

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

Fernando Davide de Sousa e Sampaio dos Aidos - T+OT= 45

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

-

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

- Reconhecer a possibilidade de as correlações entre os diferentes componentes de um sistema implicarem uma nova física.**
- Diferenciar sistemas em equilíbrio de sistemas fora do equilíbrio**
- Conhecer as equações que descrevem a dinâmica de sistemas fora do equilíbrio (mestra, de Langevin e de Fokker-Planck).**
- Calcular expoentes críticos e funções de partição para sistemas em equilíbrio, ou propagadores para sistemas fora de equilíbrio, e calcular o efeito de não linearidades através da teoria das perturbações e do grupo de renormalização.**

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- To acknowledge that the correlations among different components of a system may lead to new laws of Physics.**
- To differentiate between systems in equilibrium and systems out of equilibrium.**
- To become acquainted with the equations that describe the dynamics of systems out of equilibrium (master equation, Langevin equation and Fokker-Planck equation).**
- To be able to evaluate critical exponents and partition functions for systems in equilibrium and propagators for systems out of equilibrium. To evaluate the effect of non-linearity through perturbation theory and the renormalisation group.**

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- Física Estatística do Equilíbrio:**
- Revisão de conteúdos de Física Estatística**
- Distribuições de Fermi-Dirac e de Bose-Einstein, aplicações (electrões num metal, condensação de Bose-Einstein)**
- Transições de fase**
- Transições de primeira e de segunda ordem**
- Expoentes críticos, universalidade**
- Grupo de renormalização**
- Física Estatística Fora de Equilíbrio:**
- Processos de Markov, equação mestra**
- Processos estocásticos, equações de Langevin e de Fokker-Planck, aplicações**

(movimento Browniano)

- Teorema da flutuação-dissipação
- Escalonamento dinâmico e grupo de renormalização.

6.2.1.5. Syllabus:

- *Equilibrium Statistical Physics:*
- *Review of Statistical Physics*
- *Fermi-Dirac and Bose-Einstein distributions and their applications, (electrons in a metal, Bose-Einstein condensation)*
- *Phase transitions*
- *First and second order transitions*
- *Critical exponents, universality*
- *Renormalisation group*

- *Non-equilibrium Statistical Physics:*
- *Markov processes, master equation*
- *Stochastic processes, Langevin and Fokker-Planck equations and applications (Brownian motion)*
- *Fluctuation-dissipation theorem*
- *Dynamic scaling and renormalisation group.*

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

Os conteúdos programáticos centram-se no estudo das propriedades das transição de fase e na descrição da dinâmica de sistemas fora do equilíbrio. É realizado um estudo cuidadoso dos métodos tradicionais utilizados para analisar estes fenómenos. São introduzidas as equações de Fokker-Planck, Mestra e de Langevin que permitem ao aluno entender a modelação de sistemas fora de equilíbrio. O estudo de transições de fase é realizado em detalhe, providenciando vários exemplos e levando o aluno a entender a existência de expoentes críticos que caracterizam as diferentes transições e que as qualificam em diferentes classes de universalidade.

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

The syllabus is centered on the study of phase transition properties and on the dynamics of statistical systems out of equilibrium. The traditional methods used to analyse these phenomena are studied carefully. The Fokker-Planck, Master and Langevin equations that are introduced in this unit help the student to understand how to model systems out of equilibrium. The detailed study of phase transition, full of different examples, takes the student to understand how the existence of critical exponents characterizes phase transitions and how they are used to assign different universality classes to phase transitions.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo com referências a exemplos de aplicação a problemas com relevância física. Preocupação em fazer uma aplicação prática dos conhecimentos adquiridos através das aulas de orientação tutorial.

Avaliação:

- *Avaliação (Resolução de problemas - 100.0%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures where the theory is complemented with practical applications that are physically relevant. There should be an emphasis in the application of these methods to practical problems in the tutorial classes.

Evaluation:

- *Assessment (Resolution Problems - 100.0%)*

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

Dado que este curso envolve bastante trabalho de compreensão e de estudo por parte do aluno, os conteúdos são transmitidos na forma de tutoriais, esclarecendo as dúvidas do aluno e acompanhando com bastante proximidade a evolução da sua aprendizagem. A avaliação é realizada periodicamente com base na resolução de problemas complexos, o que possibilita ao aluno melhor sedimentar a matéria aprendida.

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

Since this unit demands from the student a great deal of time devoted to study and comprehension of the lectured topics, these are delivered in a tutorial form. In this way, the lecturer can follow closely the progress of the student and answer immediately to any questions that may arise. The evaluation of the unit is done periodically through the solution of complex problems, which allows the student to better consolidate the topics learnt.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Stanley, H.E. (1987). Introduction to phase transitions and critical phenomena. Oxford University Press.
Landau, L.D., Lifshitz E. M. & Pitaevskii, L.P. (1980). Statistical physics/II. Butterworth-Heinemann.
Ma S.-K. (1985). Statistical mechanics. World Scientific Publishing Company.
E. J. S. Lage (1995). Física estatística. Fundação Calouste Gulbenkian.
Plischke, M. & Bergersen, B. (2006). Equilibrium statistical physics. Imperial College Press.
Balescu, R. (1975). Equilibrium and non-equilibrium statistical mechanics. John Wiley & Sons.
Yeomans, J.M. (1992). Statistical mechanics of phase transitions. Clarendon, Oxford.
Goldenfeld, N. (1992). Lectures on phase transitions and the renormalization group. Addison-Wesley.
Gonçalves, E. & Lopes, N.M. (2000). Probabilidades - Princípios Teóricos. Escolar Editora.
Taylor, H. M. & Karlin, S. (1998). An introduction to stochastic modeling. Academic Press.

Mapa X - Estrelas Compactas / Compact Stars**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Estrelas Compactas / Compact Stars

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

Maria Constança M. P. da Providência e Costa - T+OT=45

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

n/a

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

Conhecer a física das estrelas compactas incluindo equações relativistas de equilíbrio hidrostático, propriedades das estrelas compactas, dados observacionais, descrição de matéria superdensa, de estrelas de neutrões em rotação e estrelas exóticas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Knowing the physics of compact stars including relativistic equations of hydrostatic equilibrium, properties of compact stars, observational data, description of superdense matter, of rotating neutron stars and of exotic stars.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Condições de equilíbrio hidrostático
Estrelas compactas: das anãs brancas aos buracos negros
Teoria de campo nuclear relativista
Estrelas de neutrões: dados observacionais e teoria
Estrelas de neutrões em rotação
Estrelas estranhas
Estrelas híbridas
Condensados de Bose-Einstein em estrelas de neutrões
Sinais e consequências de transições de fase .

6.2.1.5. Syllabus:

Hydrostatic Equilibrium conditions
Compact Stars: from white dwarfs to black holes
Nuclear Relativistic Field Theory
Neutron Stars: theory and observational data
Rotating Neutron Stars
Strange Stars
Hybrid Stars
Bose-Einstein condensation in neutron stars
Signs and implications of phase transitions.

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

O programa cobre os tópicos fundamentais e actualizados necessários à compreensão da física das estrelas compactas. O curso dá uma visão integrada das várias componentes envolvidas neste tópico interdisciplinar nomeadamente a Física Nuclear, a Teoria de Campos e a Gravitação.

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

The program covers the fundamental and updated topics needed to understand the physics of compact stars. The course gives an overview of the various components involved in this interdisciplinary topic that includes Nuclear Physics, Field Theory and Gravitation.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo com referências constantes aos dados observacionais e modelos físicos e técnicas matemáticas necessárias para a descrição de estrelas compactas. Será dada ênfase à componente prática computacional de obtenção de numérica de equações de estado e correspondentes diagramas massa/raio de famílias de estrelas.

Avaliação:

- Avaliação (Projecto - 40.0%, Resolução de problemas - 60.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expository teaching with constant references to observational data, physical models and the mathematical techniques required for the description of compact stars. Emphasis will be on practical computations of numerical equations of state and the corresponding mass/radius diagrams of the various families of stars.

Evaluation:

- Assessment (Project - 40.0%, Resolution Problems - 60.0%)

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

A combinação de uma cultura fundamental comum, que é obtida na série de seminários, com a aprendizagem integrada das várias áreas da Física necessárias para compreender as Estrelas Compactas, exemplificadas com a obtenção numérica de equações de estado e correspondente diagramas massa/raio é um método eficaz de aprender e dominar a Física das Estrelas Compactas.

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

The combination of a fundamental common culture, which is obtained in the series of seminars, with the integrated learning of the various areas of physics necessary to understand the Star Compact, exemplified with the numerical computation of equations of state and the corresponding mass/radius diagrams is an effective method to learn and master the physics of compact stars.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1- *Stuart L. Shapiro e Saul A. Teukolsky, Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars, John Wiley & Sons, 1983.*
- 2- *Norman K. Glendenning, Compact Stars, Springer, 2000*
- 3- *Prakash, I. Bombaci, M. Prakash, P. J. Ellis, J. M. Lattimer, e R. Knorren, Phys. Rep. 280 (1997) 1*
- 4- *Pawe Haensel, A Y Potekhin, D G Yakovlev, Neutron Stars, Springer, 2007*

Mapa X - Estrutura Electrónica / Electronic Structure

6.2.1.1. Unidade curricular:

Estrutura Electrónica / Electronic Structure

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

Fernando Manuel da Silva Nogueira - T+OT=45

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

n/a

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

Ao concluir a unidade curricular o estudante deverá:

- i) conhecer os principais métodos de cálculo da estrutura electrónica*
- ii) saber escolher um método de cálculo da estrutura electrónica, identificando e justificando as virtudes e os defeitos da aplicação desse método ao problema particular que estiver a estudar*
- iii) ser capaz de delinear uma estratégia de simulação que permita calcular uma dada propriedade electrónica do sistema em estudo*
- iv) conhecer e saber utilizar programas de computador de cálculo da estrutura electrónica de átomos, moléculas, agregados e sólidos*
- v) saber interpretar os resultados obtidos nos programas de computador mencionados em iv)*

Serão ainda desenvolvidas as seguintes competências:

- **Competência em análise e síntese;**
- **Competência para resolver problemas;**
- **Competência em raciocínio crítico;**
- **Competência em aprendizagem autónoma;**
- **Competência em investigar.**

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Upon successfully concluding this curricular unit, the student should:

- i) know the main electronic structure calculation methods**
- ii) be able to choose an electronic structure calculation method, identifying and justifying the virtues and flaws of the application of that particular method to the problem at hand**
- iii) be able to put forward a simulation strategy leading to the calculation of a given electronic property of the system under study**
- iv) know computer programs for the calculation of the electronic structure of atoms, molecules, clusters and solids and know how to use them**
- v) be able to interpret the results obtained with the computer programs mentioned in iv)**

The following competences will also be developed:

- **Competence in analysis and synthesis;**
- **Competence in problem solving;**
- **Competence in critical reasoning;**
- **Competence in autonomous learning;**
- **Competence in research.**

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Breve revisão de: método de Hartree-Fock, estrutura electrónica de átomos, sólidos periódicos, bandas electrónicas.

Pseudopotenciais. Pseudopotenciais que conservam a norma. Correções de caroço. Transferibilidade e suavidade. Pseudopotenciais ultra-suaves. Ondas aumentadas (PAW).

Determinação da estrutura electrónica. Métodos de espaço real. Ondas planas. Orbitais localizadas: métodos da ligação forte e de expansão em gaussianas. Funções de Green, ondas planas aumentadas, Korringa-Kohn-Rostoker e orbitais "forminha de queque". Métodos lineares. Campos de forças clássicos e métodos híbridos QM-MM.

Funções resposta. Funções resposta da densidade e fonões. Funções resposta dieléctricas e propriedades ópticas. Interação electrão-fonão. Funções resposta de spin e magnões.

Aplicações: estrutura de bandas de cristais, defeitos, superfícies e interfaces, polímeros, agregados metálicos, agregados de carbono e nanotubos, moléculas biológicas.

6.2.1.5. Syllabus:

Brief review of: Hartree-Fock method, the electronic structure of atoms, periodic solids, electron bands.

Pseudo potentials. Norm-conserving pseudopotentials. Core corrections. Transferability and hardness. Ultrasoft pseudopotentials. Projector augmented waves.

Determination of electronic structure. Real-space methods. Plane-wave methods. Localised orbitals: tight-binding and gaussian methods. Green's function methods, augmented plane waves, Korringa-Kohn-Rostoker and muffin-tin orbitals. Linear methods. Classical force fields and hybrid QM-MM methods.

Response functions. Density response functions and phonons. Dielectric response functions and optical properties. Electron-phonon interaction. Spin response functions and magnons.

Applications: band-structure of crystals, defects, surfaces and interfaces, polymers, metallic clusters, carbon clusters and nanotubes, biological molecules.

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

Os conteúdos programáticos cobrem vários métodos de cálculo da estrutura electrónica e de várias propriedades electrónicas de átomos, moléculas, agregados e sólidos. É dada grande ênfase à discussão do significado físico das várias aproximações, dos problemas/limitações dos métodos e dos seus domínios de aplicação. Espera-se assim cumprir os pontos i) - iii) dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Os ponto iv) e v) dos objetivos serão cumpridos com recurso a exemplos de aplicação apresentados nas aulas teóricas e discutidos nas

aulas de orientação tutorial. Serão também realizados vários trabalhos práticos, posteriormente avaliados e discutidos nas aulas de orientação tutorial, que facilitem o cumprimento dos objetivos iv) e v). As competências serão desenvolvidas, principalmente, através dos vários trabalhos práticos e das discussões.

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

The syllabus presents a quite comprehensive presentation and discussion of several electronic structure calculation methods and of the calculation of several electronic properties of atoms, molecules, clusters and solids. Particular emphasis is given to the discussion of the physical interpretation of the approximations, the problems/limitations of the methods and their ranges of applicability. Points i) - iii) of the objectives of the curricular unit are expected to be fulfilled through these discussions. Points iv) and v) of the objectives will be met recurring to examples of the application of the theory that will be presented in the theoretical classes and discussed in the tutorial classes. These classes will also be used to evaluate and discuss practical homework assignments leading to better fulfilment of objectives iv) and v). Competences will be developed, mainly but not exclusively, through the several practical homework assignments and class discussions.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas expositivas complementadas com trabalhos práticos que serão feitos em casa e discutidos nas aulas de orientação tutorial.

Avaliação:

- Avaliação (Projecto - 40.0%, Resolução de problemas - 40.0%, Trabalho de síntese - 20.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The subject matter will be presented in the theoretical classes. These presentations will be complemented with practical problems given as homework and discussed afterwards in the tutorial classes.

Evaluation:

- Assessment (Project - 40.0%, Resolution Problems - 40.0%, Synthesis work - 20.0%)

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

Os objetivos de aquisição de conhecimentos teóricos e compreensão do significado físico e limitações dos métodos serão atingidos através da apresentação e discussão da teoria nas aulas teóricas. Os objetivos relacionados com a utilização de programas de computador para resolver problemas práticos serão atingidos através dos trabalhos feitos em casa pelos alunos e posteriormente discutidos nas aulas de orientação tutorial. As competências serão desenvolvidas, principalmente, através dos vários trabalhos práticos e das discussões nas aulas teóricas e de orientação tutorial.

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

Objectives related to the acquisition of theoretical knowledge and understanding of the physical significance and limitations of the the methods will be met through the presentation and discussion of the theory during the theoretical classes. Objectives related to the use of computer programs to solve practical problems will be met through the homework assignments and their discussion in the tutorial classes. Competences will be developed, mainly but not exclusively, through the several practical homework assignments and class discussions.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Electronic Structure: Basic Theory and Practical Methods
Richard M. Martin
Cambridge University Press (2004)*

*Atomic and Electronic Structure of Solids
Efthimios Kaxiras
Cambridge University Press (2003)*

*Electronic Structure Calculations for Solids and Molecules: Theory and Computational Methods
Jorge Kohanoff
Cambridge University Press (2006)*

*Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory
Attila Szabo and Neil S. Ostlund
Dover Publications (1996)*

*Band Theory and Electronic Properties of Solids
John Singleton
Oxford University Press (2001)*

Structure and Dynamics: An atomic view of materials

Martin T. Dove

Oxford University Press (2003)

Bonding and Structure of Molecules and Solids

David G. Pettifog

Oxford University Press (1995)

Electronic Structure of Materials

Adrian P. Sutton

Oxford University Press (1993)

Electronic Structure and the Properties of Solids: The Physics of the Chemical Bond

Walter A. Harrison

Dover Publications (1989)

Mapa X - Fenómenos Colectivos e Fases Anómalas da Matéria / Colective Phenomena and Anormal Phases of Matter**6.2.1.1. Unidade curricular:*****Fenómenos Colectivos e Fases Anómalas da Matéria / Colective Phenomena and Anormal Phases of Matter*****6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*****José António de Carvalho Paixão - T+OT=45*****6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:*****n/a*****6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****O aluno deverá adquirir uma visão aprofundada da fenomenologia e metodologias teóricas de análise dos fenómenos colectivos na matéria condensada, com ênfase na emergência de ordem de longo alcance em sistemas tais como: condensados de Bose-Einstein, superfluidos, supercondutores, fases topológicas da matéria, etc. Em particular o aluno deverá ser capaz de analisar com base em teorias de campo médio e outras ferramentas teóricas mais sofisticadas os fenómenos de quebra espontânea de simetria, parâmetros de ordem, expoentes críticos, etc. e adquirir uma visão global, unificadora dos fenómenos colectivos exemplificadas nos sistemas acima indicados.*****6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****The student should acquire a deep understanding of the phenomenology and theoretical analysis tools of the collective phenomena in condensed matter, with particular emphasis on the emergence of long range order in systems such as Bose Einstein condensates, superfluids, superconductors, topological phases of matter, amongst others. In particular, the student should be able to analyse spontaneous symmetry break, order parameters, critical exponents, based on mean field theories and other more sophisticated theoretical tools. A global unifying vision of the collective phenomena present in the above systems should be acquired by the student.*****6.2.1.5. Conteúdos programáticos:*****Fenómenos coletivos e ordem de longo alcance na matéria condensada. Introdução aos estados emergentes; ordem de longo alcance; simetrias contínuas. Ordem de longe alcance não diagonal. Condensação de Bose-Einstein; excitações topológicas; quasi-partículas. Quebra espontânea de simetria. Teorema de Goldstone. Funções de reposta. Excitações. Teoria de Landau.******Seleção de alguns dos seguintes tópicos:******1- Condensados de Bose-Einstein e superfluidos******Gás de Bose com interações fracas; BEC em gases ultra-arrefecidos: hidrodinâmica e termodinâmica dos superfluidos; classe de universalidade XY; modelos.******2- Superconductividade******Teoria de Ginzburg-Landau; teoria BCS; teorias padrão U(1); supercondutores do tipo I e II; dinâmica dos vórtices; supercondutores exóticos.******3- Cristais líquidos***

Fases nemáticas e esméticas; analogia com a supercondutividade.

4- Fases topológicas da matéria

Fase de Berry; classes e números de Chern; efeito de Hall quântico; isoladores e semimetais topológicos.

6.2.1.5. Syllabus:

Collective phenomena and long-range order in condensed matter.

Introduction to emergent states; long-range order; continuous symmetries.

Off-diagonal long-range order.

Bose-Einstein condensation; topological excitations; quasi-particles.

General theory of spontaneous symmetry breaking;

Goldstone's theorem; response functions; excitations.

Landau theory.

Selection of a few of the following topics:

1- Bose-Einstein condensates and superfluids

Thermodynamics of weakly interacting Bose gas; BEC in ultra cold gases; Superfluid hydrodynamics, thermodynamics, XY universality class; models.

2- Superconductivity

Ginzburg-Landau theory; BCS theory; U(1) gauge theories; type I and type II superconductors; vortex dynamics; exotic superconductors.

3-Liquid crystals

Nematics and smectics; analogue with superconductivity.

4- Topological phases of matter

Berry phase in solids, Chern classes and Chern numbers, quantum Hall effect, topological insulators, topological semimetals.

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

Os conteúdos programáticos incluem uma introdução geral aos fenómenos colectivos da matéria condensada, visando proporcionar uma visão alargada e unificadora dos fenómenos, e fornecer aos alunos as ferramentas teóricas que lhes permitirão abordar os sistemas específicos que serão seleccionados de acordo com os conhecimentos prévios e os interesses dos alunos. Procurou-se com a seleção destes tópicos de aplicação fornecer uma visão atualizada da investigação que atualmente se faz neste domínio, razão da inclusão de alguns tópicos mais avançados e recentes, como o estudo das fases topológicas da matéria.

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

The syllabus includes a general introduction to the collective phenomena in condensed matter, aiming at a widened and unifying vision of the phenomena, providing the students with the theoretical tools that will enable them to tackle the specific systems that will be selected according to their background and their scientific interests. The set of selected application topics was chosen to provide the students with an up to date vision of the research currently being done in this field; this was the reason for inclusion of some more advanced and recent topics such as the study of topological phases of matter.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino directo cobrindo os aspetos gerais do programa. Alguns tópicos de aplicação das teorias serão escolhidos com base nos conhecimentos prévios dos alunos e dos seus interesses. Estes tópicos serão aprofundados em estudo individual dos alunos que resolverão individualmente alguns conjuntos de problemas sobre a matéria. Cada aluno deverá ainda desenvolver um trabalho de síntese sobre um tópico do programa.

Avaliação:

- Avaliação Contínua (Resolução de problemas - 50.0%, Trabalho de síntese - 50.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Direct teaching covering the general aspects of the syllabus. A few topics illustrating the application of theories will be selected based on the background and scientific interest of the students. These application topics will be studied more deeply individually by the students that will be requested to solve a set of problems on the subject. In addition, each student will be assigned a topic that he/she will explore and report on a written essay.

Evaluation:

- Continuous Assessment (Resolution Problems - 50.0%, Synthesis work - 50.0%)

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

A metodologia preconizada visa proporcionar aos alunos conhecimentos de nível aprofundado sobre os tópicos do programa, promovendo simultaneamente a capacidade de aplicação das teorias em problemas específicos de Física da Matéria Condensada e a aprendizagem autónoma dos alunos que deverão procurar e trabalhar à luz dos conhecimentos adquiridos informação sobre um tópico recente de investigação na área.

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

The proposed methodology aims at providing the students with high-level knowledge on the topics of the syllabus, promoting their capacity to apply the learned theories to specific problems in Condensed Matter Physics and their autonomous learning skills. Thus the students shall work individually on a specific small problem on a recent topic of research, in the light of the acquired knowledge.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Elements of Phase Transitions and Critical Phenomena, Hidetoshi Nishimori, Gerardo Ortiz, Oxford Graduate Texts (2010) ISBN: 9780199577224

Superconductivity, Superfluids, and Condensates, James F. Annett, Oxford University Press (2003) ISBN: 0198507569

Topological Insulators and Topological Superconductors, B. Andrei Bernevig with Taylor L. Hughes, Princeton University Press (2015) ISBN: 9780691151755 .

Mapa X - Instrumentação de Física Nuclear e de Partículas / Nuclear and Particle Physics Instrumentation

6.2.1.1. Unidade curricular:

Instrumentação de Física Nuclear e de Partículas / Nuclear and Particle Physics Instrumentation

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

Maria Isabel Silva Ferreira Lopes - T+OT=45

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

n/a

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

Obter formação avançada na área da instrumentação para física nuclear e de partículas com o foco nos sistemas de detecção, adquirindo uma perspectiva abrangente do estado-da-arte nesta área.

Obter conhecimentos aprofundados sobre as técnicas de detecção actualmente utilizadas em experiências de física nuclear e de partículas de modo a adquirir as capacidades necessárias para a sua implementação e utilização.

Desenvolver a capacidade de compreensão e resolução de problemas, bem como a análise crítica e comparativa, na área das técnicas de detecção e do desenvolvimento de detectores.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Acquire advanced training in the field of instrumentation for nuclear and particle physics with a focus on detection systems, acquiring a comprehensive overview of the state of the art in this area. Gain in-depth knowledge of the detection techniques currently used in nuclear and particle physics experiments to acquire the necessary skills for its implementation and use. Develop the capacity of understanding and problem solving, critical and comparative analysis in the area of detection techniques and the development of detectors.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Breve visão geral da instrumentação utilizada em experiências de física nuclear, de partículas.

Técnicas de detecção em física nuclear e de partículas (técnicas de tracking, calorimetria, identificação de partículas, tempo-de-voo, imagiologia, espectroscopia).

Estudo de exemplos de sistemas de detecção para experiências de altas energias, detecção directa de matéria negra, raios-cósmicos, neutrinos e processos nucleares.

Simulação computacional de detectores e experiências utilizando técnicas de Monte-Carlo.

6.2.1.5. Syllabus:

Brief overview of instrumentation used in nuclear and particle physics experiments. Tech-niques for detecting

nuclear and particle physics (tracking techniques, calorimetry, particle identification, time-of-flight imaging, spectroscopy).

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

O programa fornece uma visão actualizada da instrumentação para a Física Nuclear e de Partículas e sua utilização em diferentes áreas. A discussão de várias experiências modernas permite cimentar os conhecimentos na área da instrumentação. Na parte final do curso descrevem-se as técnicas de Monte-Carlo para a planificação e optimização de detectores.

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

The course provides an updated overview of instrumentation for Nuclear and Particle Physics and its use in different areas. The discussion of several modern experimental setups allows a deeper understanding of the instrumentation. In the final part of the course the Monte-Carlo techniques for planning and optimisation of detectors are described.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo acompanhado de discussão de sistemas de detecção concretos utilizados em experiências actuais.

Avaliação:

- Avaliação (Exame - 50.0%, Resolução de problemas - 50.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expository teaching accompanied by discussion of specific detection systems used in modern experiments.

Evaluation:

- Assessment (Exam - 50.0%, Resolution Problems - 50.0%)

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

Fornecem-se os conhecimentos práticos e introduzem-se as metodologias necessárias à utilização e concepção da instrumentação para a Física Nuclear e de Partículas. A formação base é complementada pela discussão de vários sistemas modernos de aquisição de dados.

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

The practical methods and the necessary methodologies for the use and design of instrumentation for Nuclear and Particle Physics are provided. The training is complemented by the discussion of various modern data acquisition systems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

-Particle Detectors, C. Grupen and B.A. Schwarz, Cambridge University Press, 2008;

-Experimental Techniques in High-Energy Nuclear and Particle Physics, Thomas Ferbel, World Scientific Publ., 2Rev Ed (1992) ;

-The Physics of Particle Detectors, Dan Green, Cambridge University Press, 2000;

-Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, W.R. Leo, 1994, Springer-Verlag;

Mapa X - Instrumentação para Detecção de Radiação / Instrumentation for Detection of Radiation

6.2.1.1. Unidade curricular:

Instrumentação para Detecção de Radiação / Instrumentation for Detection of Radiation

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

Paulo Jorge Baeta Mendes - T+OT=45

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

n/a

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

Formação avançada em:

- *princípios e técnicas de detecção utilizadas em experiências de física nuclear e de partículas,*
- *instrumentação para física nuclear e de partículas com o foco nos sistemas de detecção de radiação,*
- *óptica não linear e óptica de Fourier,*
- *técnicas de espectroscopia óptica.*

Aquisição de capacidades para, na área da detecção de radiação:

- *compreender o estado-da-arte,*
- *projectar e desenvolver detectores de radiação,*
- *analisar e resolver problemas, implementando soluções e explorando-as.*

Aquisição de capacidades para, na área da óptica:

- *compreender e desenvolver aplicações tecnológicas nos domínios da óptica não linear e óptica de Fourier,*
- *compreender e explorar técnicas e equipamentos de espectroscopia óptica*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Advanced training in:

- *Detection principles and techniques used in nuclear and particle physics experiments,*
- *Instrumentation for nuclear and particle physics, with focus on radiation detection systems,*
- *Nonlinear and Fourier optics,*
- *Optical spectroscopy techniques*

In radiation detection, capability for

- *Understanding the state of the art*
- *Design and development of radiation detectors.*
- *Analyzing and solving problems, implementing solutions and exploring them.*

In optics, capability for

- *Understanding and developing technological applications in the fields of nonlinear and Fourier optics,*
- *Understanding and exploiting systems or techniques in the field of optical spectroscopy.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Interação da Radiação na Matéria*

Interação de partículas carregadas com a matéria e dE/dx ; aproximação de Bohr e equação de Bethe-Block; straggling e alcance; curva de Bragg; radiação electromagnética; neutrões e termalização. Medidas de energia, posição e tempo. Detectores: gasosos, de semiconductor, cintiladores; líquidos e criogénicos; fotomultiplicadores.

2. *Óptica de Fourier*

Domínios t e f ; transformada de Fourier numa lente, análise de Fourier, coerência, correlacionador 4f. Aplicações: filtragem espacial, correlação óptica, hologramas, interferometria, microscopia de contraste de fase e espectroscopia.

Óptica não Linear: duplicação de frequência; efeitos Kerr, Pockels e Faraday.

3. *Espectroscopia*

Espectroscopia atómica e molecular; medidas de vidas médias. Técnicas ópticas: monocromadores e espectrómetros; fontes de luz; calibração espectral e radiométrica; detectores; filtros coloridos, neutros e interferenciais; fotoelectrão único. Espectroscopia de raios-X.

6.2.1.5. Syllabus:

1. *Interaction of Radiation with Matter*

Charged particles and dE/dx ; Bohr approximation and the Bethe-Bloch equation; straggling and range; Bragg curve; electromagnetic radiation; neutrons and thermalization. Measurement of energy, position and time. Detectors: gaseous, semiconductor, scintillators; liquid and cryogenic detectors; photomultipliers.

2. *Fourier Optics*

Domains f and t ; «Fourier transform of a lens, Fourier analysis, coherence and 4f correlator. Applications: spatial filtering, optical correlation, holograms, interferometry, phase contrast microscopy and spectroscopy. Nonlinear optics: frequency doubling; Kerr, Pockels and Faraday effects.

3. *Spectroscopy*

Atomic and molecular spectroscopy; lifetime measurements. Techniques in optical spectroscopy: monochromators and spectrometers; light sources; spectral and radiometric calibration; detectors; color, neutral and interferential filters; single photoelectron. X-ray spectroscopy.

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

A unidade curricular pretende dar uma formação avançada em instrumentação para detecção de radiação, pelo que

uma formação teórica sobre os fenómenos envolvidos no processo da detecção de radiação em várias zonas espectrais, complementada por uma série de actividades experimentais de nível avançado, garantem a coerência de objectivos e conteúdos, tanto nas áreas de instrumentação para Física Nuclear e de Partículas como na Óptica (ultravioleta, visível, infravermelho e raios-X).

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

The course aims at giving advanced training in instrumentation for radiation detection. Hence, theoretical training on the underlying physical phenomena involved, in different spectral areas, duly complemented by a series of advanced experimental activities ensure the consistency of the objectives and contents, both in the areas of instrumentation for Nuclear and Particle Physics and in Optics (ultraviolet, visible, infrared or X-rays).

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas expositivas e aulas laboratoriais.

Avaliação:

- Avaliação (Exame - 20.0%, Resolução de problemas - 40.0%, Trabalho de síntese - 20.0%, Trabalho laboratorial ou de campo - 20.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and laboratory work.

Evaluation:

- Assessment (Exam - 20.0%, Laboratory work or Field work - 20.0%, Resolution Problems - 40.0%, Synthesis work - 20.0%)

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

Tendo em conta a importância da formação sólida numa área dos conhecimentos em Física que envolve diversas tecnologias, é essencial o acompanhamento da base teórica por uma forte componente experimental. O tipo de aulas e o seu peso relativo, com o acompanhamento directo pelos docentes é perfeitamente adequado aos objectivos formativos da unidade curricular.

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

Considering the importance of a solid education in a multidisciplinary area which involves different technologies, it is essential to provide a strong and complementary experimental component alongside with a sound theoretical basis. The type of classes and their relative weight, and the direct supervision by the teachers in charge, is adequate to the training objectives of the course.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1 - W.R. Leo, "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments", Springer, 1994
- 2 - C. Leroy, P. G. Rancoita, "Principles of Radiation Interaction in Matter Detection", World Scientific, 2009
- 3 - J. F. Ziegler, "The Stopping of Energetic Light Ions in Elemental Matter", J. Appl. Phys./Rev. Appl. Phys., 85, 1249-1272 (1999)
- 4 - J. M. Lerner, "Imaging Spectrometer Fundamentals for Researchers in the Biosciences - A Tutorial", Cytometry, Part A 69A:712-734 (2006)
- 5 - Eugene Hecht, "Óptica", Fundação Calouste Gulbenkian, 2002
- 6 - Frank L. Pedrotti, Leno M. Pedrotti, Leno S. Pedrotti, "Introduction to Optics", Pearson Education Limited, 3rd ed., 2014
- 7 - Joseph W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics", Roberts & Company, Englewood, Colorado, 2005
- 8 - R. Kalytis, "Photon counting in Astrophotometry. Fundamentals and some advices for beginners", Tr.J. of Physics, 23 (1999) 335-345

Mapa X - Modelo Padrão e QCD / Standard Model and QCD

6.2.1.1. Unidade curricular:

Modelo Padrão e QCD / Standard Model and QCD

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

Brigitte Anabelle Vaz Abreu Hiller - OT + T = 45.00

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

n/a

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

- Interpretar a fenomenologia da Física das Partículas Elementares em termos do Modelo Padrão.
- Reconhecer e calcular as regras de Feynman de uma teoria quântica de campo com invariância de padrão.
- Saber usar o grupo de renormalização para o cálculo de acoplamentos a diferentes escalas.
- Saber usar o modelo de partões e modelos efetivos de campos para o cálculo de secção eficazes hadrónicas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- The phenomenology of Elementary Particle Physics in terms of the Standard Model.
- Calculation of the Feynman rules associated with a quantum theory with gauge invariance.
- Use of the renormalization group methods to calculate couplings at different scales.
- Use of the parton model and effective field models in the calculation of hadronic cross sections.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- Simetrias: fermiões quirais, teorema de Noether, identidades de Ward-Takahashi, simetrias de gauge, identidades de Slavnov-Taylor.
- Quebra espontânea de simetria e teorema de Goldstone.
- O lagrangeano do Modelo Padrão: sector electrofraco e hadrónico, sector de Higgs.
- Quantização do lagrangeano do Modelo Padrão
- QCD: liberdade assintótica e grupo de renormalização
- Modelo de Partões
- O regime não perturbativo da QCD e teorias efetivas

6.2.1.5. Syllabus:

- Symmetries: chiral fermions, Noether theorem, Ward-Takahashi identities, gauge symmetries and Slavnov-Taylor identities
- Spontaneous symmetry breaking and Goldstone theorem
- The Standard Model Lagrangian: the electroweak and hadronic sectors, the Higgs sector.
- Quantization of the Standard Model Lagrangian
- QCD: asymptotic freedom and renormalization group
- The parton model
- The non-perturbative regime of QCD and effective theory approaches

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

Na primeira parte do curso enfatiza-se as características universais duma formulação invariante de padrão em física das partículas elementares, em termos das simetrias relevantes associadas à classificação das interações fundamentais que estão na base da construção do Lagrangiano do Modelo Padrão. O sector de Higgs é discutido à luz da descoberta anunciada do Higgs. As técnicas para abordar os regimes perturbativo e não-perturbativo da QCD são desenvolvidas e os papéis complementares de teorias efetivas de campos e de cálculos na rede são discutidos. A segunda parte do curso é dedicada ao treino no uso de técnicas do grupo de renormalização, cálculo de amplitudes de Feynman e espalhamento. Deste modo os estudantes são introduzidos aos principais temas em foco nas grandes experiências e observações, e às técnicas teóricas para os abordar.

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

In the first part of the course the universal aspect of a gauge invariant formulation of particle physics is emphasized in terms of the relevant symmetries associated with the classification of the fundamental interactions underlying the construction of the Standard Model Lagrangian. The Higgs sector is discussed in the light of the discovery of the Higgs. The techniques to address the perturbative and non-perturbative regimes of QCD are developed and the complementary roles of effective field theories and lattice calculations emphasized, and ways of solutions discussed. The second part of the course is dedicated to the training in the use of renormalization group techniques, calculation of Feynman amplitudes and scattering. In this way the student gets acquainted with the main issues in state of the art experiments and observations, and the tools to tackle them theoretically.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo com referências constantes aos sistemas físicos cuja descrição se enquadra nas equações quânticas e relativistas apresentadas. Será dada ênfase às técnicas matemáticas necessárias para a obtenção de propriedades de partículas e processos relativistas..

Avaliação:

- Avaliação (Projecto - 40.0%, Resolução de problemas - 60.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Constant reference to the physical systems to which the quantum relativistic descriptions apply. Emphasis on the related mathematical techniques necessary to obtain particle properties

Evaluation:

- Assessment (Project - 40.0%, Resolution Problems - 60.0%)

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

Este programa de trabalho aborda aspetos pertinentes na formulação do Modelo Padrão da física das partículas elementares e fornece um conjunto de técnicas matemáticas que podem ser usadas na formulação e resolução de um largo leque de fenómenos, ao mesmo tempo que se encoraja uma atitude crítica na interpretação das soluções obtidas, em particular no regime não-perturbativo da QCD. A combinação do domínio de métodos avançados para obtenção de soluções de problemas a vários níveis de complexidade e de discussões dos problemas em aberto do Modelo Padrão induzem um diálogo vivo com bons resultados de aprendizagem.

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

This working programme addresses pertinent aspects to the formulation of the Standard Model of particle physics, and provides a comprehensive set of mathematical tools that can be used to describe a broad range of phenomena, at the same time encouraging a critical stand on the solutions obtained, in particular in the non-perturbative regime of QCD. Combining the exercise on advanced methods with a discussion on the achievements and open problems of the Standard Model triggers lively dialogues with good learning results.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. F. Donoghue, E. Golowich, B. R. Hostein, Dynamics of the Standard Model, CUP (Cambridge Monographs on Particle Physics, Nuclear Physics and Cosmology), 1996

E. Leader, E. Predassi, An Introduction to Gauge Theories and Modern Particle Physics, Vol 1 & 2, (Cambridge Monographs on Particle Physics, Nuclear Physics and Cosmology), 2008;

I.J. R. Aitchison and A.J.G. Hey, Gauge theories in particle physics, Vol. 1 & 2 (IoP publishing 2004)

S. Pokorski, Gauge field theories, 2nd edition, Cambridge university press.

Mapa X - Modelos Hadrónicos / Hadronic Models

6.2.1.1. Unidade curricular:

Modelos Hadrónicos / Hadronic Models

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

Brigitte Anabelle Vaz Abreu Hiller - OT + T = 45.00

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

n/a

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

Conhecer os fundamentos teóricos que presidem a criação dos modelos hadrónicos.

Conhecer os modelos hadrónicos mais utilizados.

Conhecer a utilidade destes modelos no contexto actual da investigação e as suas limitações.

Conhecer as técnicas matemáticas necessárias para o estudo e aplicação destes modelos.

Aplicar alguns destes modelos na resolução de problemas simples.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Understand the theoretical foundations that underpin the creation of hadron models. Know the hadron models most used.

Know the usefulness of these models in the current context of research and its limitations.

Know the mathematical techniques necessary for the study and application of these mod-els.

Apply some of these models in solving simple problems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Dinâmica quiral:

- Simetrias e anomalias da QCD.

- *Simetrias do vácuo da QCD.*
- *Teoremas de baixa energia.*
- Lagrangianos quirais efectivos:**
 - *O modelo sigma linear.*
 - *O modelo sigma não linear.*
 - *O modelo de Nambu-Jona-Lasinio*
 - *Outras teorias e modelos efectivos inspirados na QCD*
- Modelos para o nucleão:**
 - *O modelo de saco do M.I.T e suas variantes.*
 - *O modelo de Skyrme.*
- Aplicações.**

6.2.1.5. Syllabus:

- Chiral dynamics:**
 - *Symmetries and anomalies of QCD.*
 - *Vacuum Symmetries of QCD.*
 - *Low energy theorems.*
- Lagrangian effective chiral:**
 - *The linear sigma model.*
 - *The nonlinear sigma model.*
 - *The Nambu-Jona-Lasinio model.*
 - *Other theories and effective models inspired QCD.*
- Models for the nucleon:**
 - *The MIT bag model and its variants.*
 - *The Skyrme model.*
- Applications.**

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

O programa descreve os principais modelos hadrónicos inspirados na QCD usados para compreender as propriedades da matéria hadrónica a baixas energias. Além do estudo detalhado destes modelos, são discutidos em pormenor modelos populares para o nucleão.

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

The program describes the main QCD inspired models used to understand the low energy properties of the hadronic matter. Besides the detailed study of these models, popular models for the nucleon are discussed in detail.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo com referências constantes aos sistemas físicos cuja descrição se enquadra nos modelos apresentados na disciplina. Será dada ênfase às técnicas matemáticas necessárias para a obtenção de propriedades desses sistemas físicos. Recurso a meios computacionais.

Avaliação:

- Avaliação Contínua (Exame - 30.0%, Resolução de problemas - 40.0%, Trabalho de síntese - 30.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expository teaching with constant references to physical systems whose description fits the models presented in the course. Emphasis will be given to the mathematical techniques necessary to obtain the physical properties of these systems. Use of computational resources.

Evaluation:

- Continuous Assessment (Exam - 30.0%, Resolution Problems - 40.0%, Synthesis work - 30.0%)

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

A combinação de uma cultura fundamental comum, que é obtida na série de seminários, com a discussão em detalhe dos modelos hadrónicos e sua relação com a Cromodinâmica Quântica fornecem, ao aluno, uma visão moderna e actualizada da Física Hadrónica a baixas energias. O uso de recursos computacionais, assim com o estudo dos modelos para o nucleão fornecem os conhecimentos e ilustram os conceitos necessários à persecução de trabalho de investigação neste tópico.

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

The combination of a fundamental common culture, which is obtained in the series of seminars, with the detailed

discussion of the hadron models and their relation to quantum chromodynamics provides, to the student, a modern and updated vision of low energy hadronic physics. The use of computational resources and the study of the nucleon models provide the knowledge and illustrate the concepts necessary for the pursuit of research work on this topic.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- M A. Nowak, M. Rho and I. Zahed, *Chiral Nuclear Dynamics*, *World Scientific*, 1996.
- G. Ripka, *Quarks Bound by Chiral Fields*, *Oxford Sc. Pub.*, 1997.
- V. A. Miransky, *Dynamical Symmetry Breaking and Field Theories*, *World Scientific*, 1993.
- K. S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, *J. Wiley*, 1988.
- R. K. Bhaduri, *Models of the nucleon*, *Addison-Wesley*, 1988.
- A. Thomas, *Advances in Nuclear Physics*, vol 13 (Eds. Negele and Vogt), 1968.

Mapa X - Modelos Nucleares Relativistas / Relativistic Nuclear Models

6.2.1.1. Unidade curricular:

Modelos Nucleares Relativistas / Relativistic Nuclear Models

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

Orlando Olavo Aragão Aleixo e Neves Oliveira -T+OT=45

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

n/a

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

*Conhecer os diferentes modelos nuclear relativistas presentemente utilizados nas descrição de matéria nuclear e núcleos finitos;
Aplicar estes modelos ao estudo de problemas actuais da Física nuclear: equações de estado de matéria nuclear, núcleos finitos, modos colectivos;
Conhecimentos sobre a modelação de reações relativistas de iões pesados e interpretação dos dados experimentais.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Knowledge about several nuclear relativistic models presently used to describe nuclear matter and finite nuclei.
Application of these models to the study of present nuclear physics problems: equations of state of nuclear matter, finite nuclei, collective modes.
Knowledge about modelling relativistic heavy ion reactions and interpretation of the data.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*O modelo sigma-omega na aproximação de campo médio e generalizações.
Hadrodinâmica quântica
RPA relativista
Modelos nucleares com simetria quiral.
Interações NN com simetria quiral.
Cálculo ab initio da estrutura nuclear.
Equação de estado para matéria assimétrica
O diagram de fases da QCD.
Modelo de Glauber, aproximação eikonal.
Modelos de produção de partículas, thermalização, expansão hidrodinâmica, “mecanismos de “freeze-out” em colisões relativistas de iões pesados.*

6.2.1.5. Syllabus:

*The sigma-omega model in the mean field approximation and generalizations
Quantum Hadrodynamics
Relativistic RPA
Nuclear models with chiral symmetry
Interactions NN with chiral symmetry
Ab initio calculations of nuclear structure
Equation of state for asymmetric matter
The phase diagram of QCD
The Glauber model, eikonal approximation.
Models of particle production, thermalization, hydrodynamic expansion, and freeze-out mechanisms in relativistic*

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

Este curso aborda dois focos da formulação relativista da física nuclear: I- Os seus efeitos na estrutura de núcleos, como provenientes das restrições ditadas pela simetria quiral, a estrutura de spin, as propriedades de saturação da matéria nuclear. II- Os vários estados de uma colisão ultra(relativista), desde a formação do plasma de quarks e glúons à hadronização. O estudo destes aspetos complementares de sistemas fortemente interagentes e respetiva modelação introduzem e familiarizam o estudante com os principais tópicos atuais das experiências e observações, e as ferramentas para os abordar teoricamente.

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

The course addresses two main focuses of a relativistic formulation of nuclear physics: I- Its effects on the structure of nuclei, such as stemming from chiral symmetry constraints, its spin structure, and saturation properties of nuclear matter. II- The various states of a (ultra)relativistic heavy-ion collision, from the formation of a quark gluon plasma to hadronization. The study of these complementary aspects of the strong interacting systems and respective modelling acquaint the student with the main issues in the state of the art experiments and observations, and the tools to tackle them theoretically.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo com referências constantes aos sistemas físicos cuja descrição se enquadra nas equações relativistas apresentadas. Será dada ênfase às técnicas matemáticas necessárias para a obtenção de propriedades dos núcleos e equações de estado.

Avaliação:

- Avaliação (Projecto - 40.0%, Resolução de problemas - 60.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Constant reference to the physical systems to which the quantum-relativistic equations pertain. Emphasis on the mathematical methods and techniques needed to obtain the properties of nuclei and equations of state.

Evaluation:

- Assessment (Project - 40.0%, Resolution Problems - 60.0%)

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

O presente programa de trabalho aborda a relevância dos aspetos relativísticos no estudo da estrutura de núcleos e na dinâmica de colisões de íões pesados. Fornece uma panorâmica geral dos modelos existentes, dos respetivos domínios de aplicação, do sucesso ou imperfeição na descrição dos dados experimentais. As técnicas e conhecimentos práticos adquiridos através duma série de aulas suplementadas por estudos de projetos específicos estão delineados para encorajar e preparar os estudantes para a desenvolverem investigação autónoma nesta área.

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

This working programme addresses the relevance of the relativistic approach in the study of the structure of nuclei and on the dynamics of relativistic heavy ion collisions. It provides an overview of the existent models, their domain of applicability, their successes and shortcomings in describing available data. The techniques and practical knowledge which are provided by a series of lectures and supplemented by specific project studies are expected to prepare and encourage students to do autonomous research in the field.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Theoretical Nuclear and Subnuclear Physics, John Dirk Walecka, Oxford University Press, 1995

B. D. Serot and J. D. Walecka, Advances in Nuclear Physics 16, Plenum Press, New York, 1986.

P. Ring, Prog. Part. Nucl. Phys. 37 (1996) 193

Relativistic Hadronic Matter and phase transitions, Constança Providência, Int. J. Mod. Phys. E 16 (2007) 2680

W. Florkowski, Phenomenology of ultra-relativistic heavy-ion physics, 2010.

K. Fukushima and T. Hatsuda, The phase diagram of dense QCD, Rept.Prog.Phys.74:014001,2011.

Nuclear forces and ab initio calculations of atomic nuclei, U.-G. Meissner, Nucl. Phys. A928 (2014), 64.

Mapa X - Projecto de Tese em Astrofísica / Thesis Project on Astrophysics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Projecto de Tese em Astrofísica / Thesis Project on Astrophysics

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

Maria Alexandra Faria Pais - OT=30

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

n/a

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

Nos termos do Regulamento de Doutoramentos da FCTUC, esta unidade curricular destina-se a defender perante um júri um plano para aquilo que será o trabalho de doutoramento, bem como a sua exequibilidade material.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

According to "Regulamento de Doutoramentos da FCTUC" the purpose of this curricular unit is to defend before a jury a plan for the thesis work as well as its practicability.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Não existe conteúdo programático pré definido para esta unidade curricular.

6.2.1.5. Syllabus:

There is no syllabus for this curricular unit.

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

Não existe conteúdo programático pré definido para esta unidade curricular.

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

There is no syllabus for this curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O supervisor provisório discute e acompanha o planeamento do trabalho de tese; quando o plano está concluído, propõe um júri de professores e/ou investigadores especialistas na área para discussão do projeto proposto, em provas públicas.

Avaliação:

- Avaliação (Defesa de dissertação perante um Júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The provisional supervisor (a supervisor designated for this curricular unit only) discusses and supervises the planning work and, when this is concluded, makes a proposal for a jury composed by academic staff members and researchers, with expertise in the field; the student is then submitted to a public examination for discussion of the proposed project.

Evaluation:

- Assessment (Public defense of the dissertation - 100.0%)

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

Não se aplica a esta unidade curricular.

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

Not applicable to this curricular unit.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Not applicable to this curricular unit.

Mapa X - Projecto de Tese em Física Atómica e Molecular / Thesis Project on Atomic and Molecular Physics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Projecto de Tese em Física Atómica e Molecular / Thesis Project on Atomic and Molecular Physics

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

Fernando Manuel da Silva Nogueira - OT=30

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

n/a

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

Nos termos do Regulamento de Doutoramentos da FCTUC, esta unidade curricular destina-se a defender perante um júri um plano para aquilo que será o trabalho de doutoramento, bem como a sua exequibilidade material.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

According to "Regulamento de Doutoramentos da FCTUC" the purpose of this curricular unit is to defend before a jury a plan for the thesis work as well as its practicability.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Não existe conteúdo programático pré definido para esta unidade curricular.

6.2.1.5. Syllabus:

There is no syllabus for this curricular unit

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

Não existe conteúdo programático pré definido para esta unidade curricular.

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

There is no syllabus for this curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O supervisor provisório discute e acompanha o planeamento do trabalho de tese; quando o plano está concluído, propõe um júri de professores e/ou investigadores especialistas na área para discussão do projeto proposto, em provas públicas.

Avaliação:

- Avaliação (Defesa de dissertação perante um Júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The provisional supervisor (a supervisor designated for this curricular unit only) discusses and supervises the planning work and, when this is concluded, makes a proposal for a jury composed by academic staff members and researchers, with expertise in the field; the student is then submitted to a public examination for discussion of the proposed project.

Evaluation:

- Assessment (Dissertation defense before a jury - 100.0%)

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

Não se aplica a esta unidade curricular.

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

Not applicable to this curricular unit.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Not applicable to this curricular unit.

Mapa X - Projecto de Tese em Física Computacional / Thesis Project on Computational Physics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Projecto de Tese em Física Computacional / Thesis Project on Computational Physics

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

Rui Davide Martins Travasso - OT = 30.00

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

n/a

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

Nos termos do Regulamento de Doutoramentos da FCTUC, esta unidade curricular destina-se a defender perante um júri um plano para aquilo que será o trabalho de doutoramento, bem como a sua exequibilidade material.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

According to "Regulamento de Doutoramentos da FCTUC" the purpose of this curricular unit is to defend before a jury a plan for the thesis work as well as its practicability.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Não existe conteúdo programático pré definido para esta unidade curricular.

6.2.1.5. Syllabus:

There is no syllabus for this curricular unit.

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

Não existe conteúdo programático pré definido para esta unidade curricular.

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

There is no syllabus for this curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O supervisor provisório discute e acompanha o planeamento do trabalho de tese; quando o plano está concluído, propõe um júri de professores e/ou investigadores especialistas na área para discussão do projeto proposto, em provas públicas.

Avaliação:

- Avaliação (Defesa de dissertação perante um Júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The provisional supervisor (a supervisor designated for this curricular unit only) discusses and supervises the planning work and, when this is concluded, makes a proposal for a jury composed by academic staff members and researchers, with expertise in the field; the student is then submitted to a public examination for discussion of the proposed project.

Evaluation:

- Assessment (Dissertation defense before a jury - 100.0%)

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

Não se aplica a esta unidade curricular.

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

Not applicable to this curricular unit.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Not applicable to this curricular unit.

Mapa X - Projecto de Tese em Física da Matéria Condensada / Thesis Project on Condensed Matter Physics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Projecto de Tese em Física da Matéria Condensada / Thesis Project on Condensed Matter Physics

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

José António de Carvalho Paixão - OT=30

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

n/a

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

Nos termos do Regulamento de Doutoramentos da FCTUC, esta unidade curricular destina-se a defender perante um júri um plano para aquilo que será o trabalho de doutoramento, bem como a sua exequibilidade material.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

According to "Regulamento de Doutoramentos da FCTUC" the purpose of this curricular unit is to defend before a jury a plan for the thesis work as well as its practicability.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Não existe conteúdo programático pré definido para esta unidade curricular.

6.2.1.5. Syllabus:

There is no syllabus for this curricular unit.

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

Não existe conteúdo programático pré definido para esta unidade curricular.

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

There is no syllabus for this curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O supervisor provisório discute e acompanha o planeamento do trabalho de tese; quando o plano está concluído, propõe um júri de professores e/ou investigadores especialistas na área para discussão do projeto proposto, em provas públicas.

Avaliação:

- Avaliação (Defesa de dissertação perante um Júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The provisional supervisor (a supervisor designated for this curricular unit only) discusses and supervises the planning work and, when this is concluded, makes a proposal for a jury composed by academic staff members and researchers, with expertise in the field; the student is then submitted to a public examination for discussion of the proposed project.

Evaluation:

- Assessment (Dissertation defense before a jury - 100.0%)

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

Não se aplica a esta unidade curricular.

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

Not applicable to this curricular unit.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Not applicable to this curricular unit.

Mapa X - Projecto de Tese em Física Nuclear e das Partículas / Thesis Project on Nuclear and Particle Physics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Projecto de Tese em Física Nuclear e das Partículas / Thesis Project on Nuclear and Particle Physics

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

Brigitte Anabelle Vaz Abreu Hiller - OT = 30.00

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

n/a

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

Nos termos do Regulamento de Doutoramentos da FCTUC, esta unidade curricular destina-se a defender perante um júri um plano para aquilo que será o trabalho de doutoramento, bem como a sua exequibilidade material.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

According to "Regulamento de Doutoramentos da FCTUC" the purpose of this curricular unit is to defend before a jury a plan for the thesis work as well as its practicability.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Não existe conteúdo programático pré definido para esta unidade curricular.

6.2.1.5. Syllabus:

There is no syllabus for this curricular unit.

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

Não existe conteúdo programático pré definido para esta unidade curricular.

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

There is no syllabus for this curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O supervisor provisório discute e acompanha o planeamento do trabalho de tese; quando o plano está concluído, propõe um júri de professores e/ou investigadores especialistas na área para discussão do projeto proposto, em provas públicas

Avaliação:

- Avaliação (Defesa de dissertação perante um Júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The provisional supervisor (a supervisor designated for this curricular unit only) discusses and supervises the planning work and, when this is concluded, makes a proposal for a jury composed by academic staff members and researchers, with expertise in the field; the student is then submitted to a public examination for discussion of the proposed project.

Evaluation:

- Assessment (Dissertation defense before a jury - 100.0%)

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

Não se aplica a esta unidade curricular.

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

Not applicable to this curricular unit.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Not applicable to this curricular unit.

Mapa X - Seminário I em Astrofísica / Seminar I on Astrophysics**6.2.1.1. Unidade curricular:***Seminário I em Astrofísica / Seminar I on Astrophysics***6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Maria Alexandra Faria Pais - S=30***6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:***n/a***6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Desenvolvimento, organização, planificação e apresentação pública de um tema de interesse atual, afim mas não coincidente com o tema do projeto de tese. Abertura de perspectivas novas dentro da área de especialização que a o Projecto de Tese, e mais tarde a Tese, lhe vão proporcionar. Desenvolvimento de capacidades comunicacionais.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Development, organization, planning and public presentation of a scientific topic strongly related to but not coincident with that of the Thesis Project. Widening of perspectives in the area of the student's future training throughout the Thesis project and PhD thesis. Development of communication soft-skills.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Dependentes da natureza do tópico selecionado***6.2.1.5. Syllabus:***Dependent on the scientific topic selected for presentation.***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***Não aplicável***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***Not applicable***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***O aluno é acompanhado pelo seu Orientador de trabalho de Seminário - um professor ou investigador que usualmente será também o Supervisor Provisório do Projeto de Tese - com quem deve manter contacto regular para aconselhamento, orientação e discussão do tema, até à apresentação final do Seminário***Avaliação:**

- Avaliação Contínua (Outra: Trabalho de investigação - 40.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 60.0%)
- Avaliação Final (Exame: Apresentação pública final perante um júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):*The student should keep in close and regular contact for advise, guidance and discussion with the supervisor of the Seminar- academic staff member or researcher, usually yhe provisional Supervisor of Projeto de Tese - until the final presentation of the Seminar.***Evaluation:**

- Continuous Assessment (Other: Research Work - 40.0%, Report of a seminar or field trip - 60.0%)
- Final Assessment (Exam: Final public presentation before a juri - 100.0%)

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.*O contacto regular com o Orientador permitirá ao aluno ser orientado na gestão da pesquisa bibliográfica, bem como na organização e planificação do seminário, autonomizando-se progressivamente e desenvolvendo a sua capacidade de comunicação***6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.***The regular contact of the student with the supervisor will provide guidance in the bibliographic research, as well*

as in the organization and planning of the seminar work, as well as progressive autonomy, and help developing communication soft skills.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Seminário I em Física Atômica e Molecular / Seminar I on Atomic and Molecular Physics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário I em Física Atômica e Molecular / Seminar I on Atomic and Molecular Physics

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

Fernando Manuel da Silva Nogueira - S=30

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

n/a

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

Desenvolvimento, organização, planificação e apresentação pública de um tema de interesse atual, afim mas não coincidente com o tema do projeto de tese. Abertura de perspectivas novas dentro da área de especialização que a o Projecto de Tese, e mais tarde a Tese, lhe vão proporcionar. Desenvolvimento de capacidades comunicacionais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Development, organization, planning and public presentation of a scientific topic strongly related to but not coincident with that of the Thesis Project. Widening of perspectives in the area of the student's future training throughout the Thesis project and PhD thesis. Development of communication soft-skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Dependentes da natureza do tópico selecionado

6.2.1.5. Syllabus:

Dependent on the scientific topic selected for presentation.

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

Não aplicável

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

Not applicable

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O aluno é acompanhado pelo seu Orientador de trabalho de Seminário - um professor ou investigador que usualmente será também o Supervisor Provisório do Projeto de Tese - com quem deve manter contacto regular para aconselhamento, orientação e discussão do tema, até à apresentação final do Seminário.

Avaliação:

*- Avaliação Contínua (Outra: Trabalho de investigação - 40.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 60.0%)
- Avaliação Final (Exame: Apresentação pública final perante um júri - 100.0%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student should keep in close and regular contact for advise, guidance and discussion with the supervisor of the Seminar- academic staff member or researcher, usually yhe provisional Supervisor of Projeto de Tese - until the final presentation of the Seminar.

Evaluation:

*- Continuous Assessment (Other: Research Work - 40.0%,
Report of a seminar or field trip - 60.0%)
- Final Assessment (Exam: Final public presentation before a juri - 100.0%)*

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

O contacto regular com o Orientador permitirá ao aluno ser orientado na gestão da pesquisa bibliográfica, bem como na organização e planificação do seminário, autonomizando-se progressivamente e desenvolvendo a sua capacidade de comunicação

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

The regular contact of the student with the supervisor will provide guidance in the bibliographic research, as well as in the organization and planning of the seminar work, as well as progressive autonomy, and help developing communication soft skills.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Seminário I em Física Computacional / Seminar I on Computational Physics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário I em Física Computacional / Seminar I on Computational Physics

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

Rui Davide Martins Travasso - S = 30.00

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

n/a

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

Desenvolvimento, organização, planificação e apresentação pública de um tema de interesse atual, afim mas não coincidente com o tema do projeto de tese. Abertura de perspectivas novas dentro da área de especialização que a o Projecto de Tese, e mais tarde a Tese, lhe vão proporcionar. Desenvolvimento de capacidades comunicacionais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Development, organization, planning and public presentation of a scientific topic strongly related to but not coincident with that of the Thesis Project. Widening of perspectives in the area of the student's future training throughout the Thesis project and PhD thesis. Development of communication soft-skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Dependentes da natureza do tópico selecionado

6.2.1.5. Syllabus:

Dependent on the scientific topic selected for presentation.

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

Não aplicável

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

Not applicable

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O aluno é acompanhado pelo seu Orientador de trabalho de Seminário - um professor ou investigador que usualmente será também o Supervisor Provisório do Projeto de Tese - com quem deve manter contacto regular para aconselhamento, orientação e discussão do tema, até à apresentação final do Seminário.

Avaliação:

*- Avaliação Contínua (Outra: Trabalho de investigação - 40.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 60.0%)
- Avaliação Final (Exame: Apresentação pública final perante um júri - 100.0%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student should keep in close and regular contact for advise, guidance and discussion with the supervisor of

the Seminar- academic staff member or researcher, usually the provisional Supervisor of Projeto de Tese - until the final presentation of the Seminar.

Evaluation:

- *Continuous Assessment (Other: Research Work - 40.0%, Report of a seminar or field trip - 60.0%)*
- *Final Assessment (Exam: Final public presentation before a juri - 100.0%)*

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

O contacto regular com o Orientador permitirá ao aluno ser orientado na gestão da pesquisa bibliográfica, bem como na organização e planificação do seminário, autonomizando-se progressivamente e desenvolvendo a sua capacidade de comunicação

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

The regular contact of the student with the supervisor will provide guidance in the bibliographic research, as well as in the organization and planning of the seminar work, as well as progressive autonomy, and help developing communication soft skills.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Seminário I em Física da Matéria Condensada / Seminar I on Condensed Matter Physics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário I em Física da Matéria Condensada / Seminar I on Condensed Matter Physics

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

José António de Carvalho Paixão - S=30

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

n/a

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

Desenvolvimento, organização, planificação e apresentação pública de um tema de interesse atual, afim mas não coincidente com o tema do projeto de tese. Abertura de perspectivas novas dentro da área de especialização que a o Projecto de Tese, e mais tarde a Tese, lhe vão proporcionar. Desenvolvimento de capacidades comunicacionais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Development, organization, planning and public presentation of a scientific topic strongly related to but not coincident with that of the Thesis Project. Widening of perspectives in the area of the student's future training throughout the Thesis project and PhD thesis. Development of communication soft-skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Dependentes da natureza do tópico selecionado

6.2.1.5. Syllabus:

Dependent on the scientific topic selected for presentation.

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

Não aplicável

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

Not applicable

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O aluno é acompanhado pelo seu Orientador de trabalho de Seminário - um professor ou investigador que usualmente será também o Supervisor Provisório do Projeto de Tese - com quem deve manter contacto regular

para aconselhamento, orientação e discussão do tema, até à apresentação final do Seminário.

Avaliação:

- *Avaliação Contínua (Outra: Trabalho de investigação - 40.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 60.0%)*
- *Avaliação Final (Exame: Apresentação pública final perante um júri - 100.0%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student should keep in close and regular contact for advise, guidance and discussion with the supervisor of the Seminar- academic staff member or researcher, usually yhe provisional Supervisor of Projeto de Tese - until the final presentation of the Seminar.

Evaluation:

- *Continuous Assessment (Other: Research Work - 40.0%, Report of a seminar or field trip - 60.0%)*
- *Final Assessment (Exam: Final public presentation before a juri - 100.0%)*

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

O contacto regular com o Orientador permitirá ao aluno ser orientado na gestão da pesquisa bibliográfica, bem como na organização e planificação do seminário, autonomizando-se progressivamente e desenvolvendo a sua capacidade de comunicação

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

The regular contact of the student with the supervisor will provide guidance in the bibliographic research, as well as in the organization and planning of the seminar work, as well as progressive authonomy, and help developing communication soft skills.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Seminário I em Física Nuclear e das Partículas / Seminar I on Nuclear and Particle Physics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário I em Física Nuclear e das Partículas / Seminar I on Nuclear and Particle Physics

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

Brigitte Anabelle Vaz Abreu Hiller - Não tem horas de contacto

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

- *João Miguel Carvalho Alves Moreira - S = 20.00*
- *Paulo Alexandre Vieira Crespo - S = 10.00*

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

Desenvolvimento, organização, planificação e apresentação pública de um tema de interesse atual, afim mas não coincidente com o tema do projeto de tese. Abertura de perspectivas novas dentro da área de especialização que a o Projecto de Tese, e mais tarde a Tese, lhe vão proporcionar. Desenvolvimento de capacidades comunicacionais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Development, organization, planning and public presentation of a scientific topic strongly related to but not coincident with that of the Thesis Project. Widening of perspectives in the area of the student's future training throughout the Thesis project and PhD thesis. Development of communication soft-skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Dependentes da natureza do tópico selecionado

6.2.1.5. Syllabus:

Dependent on the scientific topic selected for presentation.

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

Não aplicável

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

Not applicable

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O aluno é acompanhado pelo seu Orientador de trabalho de Seminário - um professor ou investigador que usualmente será também o Supervisor Provisório do Projeto de Tese - com quem deve manter contacto regular para aconselhamento, orientação e discussão do tema, até à apresentação final do Seminário.

Avaliação:

- *Avaliação Contínua (Outra: Trabalho de investigação - 40.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 60.0%)*
- *Avaliação Final (Exame: Apresentação pública final perante um júri - 100.0%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student should keep in close and regular contact for advise, guidance and discussion with the supervisor of the Seminar- academic staff member or researcher, usually yhe provisional Supervisor of Projeto de Tese - until the final presentation of the Seminar.

Evaluation:

- *Continuous Assessment (Other: Research Work - 40.0%, Report of a seminar or field trip - 60.0%)*
- *Final Assessment (Exam: Final public presentation before a juri - 100.0%)*

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

O contacto regular com o Orientador permitirá ao aluno ser orientado na gestão da pesquisa bibliográfica, bem como na organização e planificação do seminário, autonomizando-se progressivamente e desenvolvendo a sua capacidade de comunicação

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

The regular contact of the student with the supervisor will provide guidance in the bibliographic research, as well as in the organization and planning of the seminar work, as well as progressive autonomy, and help developing communication soft skills.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Not applicable to this curricular unit.

Mapa X - Seminário II em Astrofísica / Seminar II on Astrophysics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário II em Astrofísica / Seminar II on Astrophysics

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

Maria Alexandra Faria Pais - S=30

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

n/a

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

Desenvolvimento, organização, planificação e apresentação pública de um tema de interesse atual, afim mas não coincidente com o tema do projeto de tese. Abertura de perspectivas novas dentro da área de especialização que a o Projecto de Tese, e mais tarde a Tese, lhe vão proporcionar. Desenvolvimento de capacidades comunicacionais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Development, organization, planning and public presentation of a scientific topic strongly related to but not coincident with that of the Thesis Project. Widening of perspectives in the area of the student's future training throughout the Thesis project and PhD thesis. Development of communication soft-skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Dependentes da natureza do tópico selecionado**6.2.1.5. Syllabus:**

Dependent on the scientific topic selected for presentation.

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

Não aplicável

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

Not applicable

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O aluno é acompanhado pelo seu Orientador de trabalho de Seminário - um professor ou investigador que usualmente será também o Supervisor Provisório do Projeto de Tese - com quem deve manter contacto regular para aconselhamento, orientação e discussão do tema, até à apresentação final do Seminário.

Avaliação:

- *Avaliação Contínua (Outra: Trabalho de investigação - 40.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 60.0%)*
- *Avaliação Final (Exame: Apresentação pública final perante um júri - 100.0%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student should keep in close and regular contact for advise, guidance and discussion with the supervisor of the Seminar- academic staff member or researcher, usually yhe provisional Supervisor of Projeto de Tese - until the final presentation of the Seminar.

Evaluation:

- *Continuous Assessment (Other: Research Work - 40.0%, Report of a seminar or field trip - 60.0%)*
- *Final Assessment (Exam: Final public presentation before a juri - 100.0%)*

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

Não se aplica a esta unidade curricular.

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

The regular contact of the student with the supervisor will provide guidance in the bibliographic research, as well as in the organization and planning of the seminar work, as well as progressive authonomy, and help developing communication soft skills.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Not applicable to this curricular unit.

Mapa X - Seminário II em Física Atómica e Molecular / Seminar II on Atomic an Molecular Physics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Seminário II em Física Atómica e Molecular / Seminar II on Atomic an Molecular Physics

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

Fernando Manuel da Silva Nogueira - S=30

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

n/a

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

Desenvolvimento, organização, planificação e apresentação pública de um tema de interesse atual, afim mas não coincidente com o tema do projeto de tese. Abertura de perspectivas novas dentro da área de especialização que a o Projecto de Tese, e mais tarde a Tese, lhe vão proporcionar. Desenvolvimento de capacidades comunicacionais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Development, organization, planning and public presentation of a scientific topic strongly related to but not coincident with that of the Thesis Project. Widening of perspectives in the area of the student's future training throughout the Thesis project and PhD thesis. Development of communication soft-skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Dependentes da natureza do tópico selecionado

6.2.1.5. Syllabus:

Dependent on the scientific topic selected for presentation.

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

Não aplicável

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

Not applicable

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O aluno é acompanhado pelo seu Orientador de trabalho de Seminário - um professor ou investigador que usualmente será também o Supervisor Provisório do Projeto de Tese - com quem deve manter contacto regular para aconselhamento, orientação e discussão do tema, até à apresentação final do Seminário.

Avaliação:

- *Avaliação Contínua (Outra: Trabalho de investigação - 40.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 60.0%)*
- *Avaliação Final (Exame: Apresentação pública final perante um júri - 100.0%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student should keep in close and regular contact for advise, guidance and discussion with the supervisor of the Seminar- academic staff member or researcher, usually yhe provisional Supervisor of Projeto de Tese - until the final presentation of the Seminar.

Evaluation:

- *Continuous Assessment (Other: Research Work - 40.0%, Report of a seminar or field trip - 60.0%)*
- *Final Assessment (Exam: Final public presentation before a juri - 100.0%)*

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

O contacto regular com o Orientador permitirá ao aluno ser orientado na gestão da pesquisa bibliográfica, bem como na organização e planificação do seminário, autonomizando-se progressivamente e desenvolvendo a sua capacidade de comunicação

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

The regular contact of the student with the supervisor will provide guidance in the bibliographic research, as well as in the organization and planning of the seminar work, as well as progressive authonomy, and help developing communication soft skills.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Seminário II em Física Computacional / Seminar II on Computational Physics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Seminário II em Física Computacional / Seminar II on Computational Physics

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

Rui Davide Martins Travasso - S = 30.00

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

n/a

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Desenvolvimento, organização, planificação e apresentação pública de um tema de interesse atual, afim mas não coincidente com o tema do projeto de tese. Abertura de perspectivas novas dentro da área de especialização que a o Projecto de Tese, e mais tarde a Tese, lhe vão proporcionar. Desenvolvimento de capacidades comunicacionais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Development, organization, planning and public presentation of a scientific topic strongly related to but not coincident with that of the Thesis Project. Widening of perspectives in the area of the student's future training throughout the Thesis project and PhD thesis. Development of communication soft-skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Dependentes da natureza do tópico selecionado

6.2.1.5. Syllabus:
Dependent on the scientific topic selected for presentation.

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

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Not applicable

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O aluno é acompanhado pelo seu Orientador de trabalho de Seminário - um professor ou investigador que usualmente será também o Supervisor Provisório do Projeto de Tese - com quem deve manter contacto regular para aconselhamento, orientação e discussão do tema, até à apresentação final do Seminário.

Avaliação:
*- Avaliação Contínua (Outra: Trabalho de investigação - 40.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 60.0%)
- Avaliação Final (Exame: Apresentação pública final perante um júri - 100.0%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The student should keep in close and regular contact for advise, guidance and discussion with the supervisor of the Seminar- academic staff member or researcher, usually yhe provisional Supervisor of Projeto de Tese - until the final presentation of the Seminar.

Evaluation:
*- Continuous Assessment (Other: Research Work - 40.0%,
Report of a seminar or field trip - 60.0%)
- Final Assessment (Exam: Final public presentation before a juri - 100.0%)*

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
O contacto regular com o Orientador permitirá ao aluno ser orientado na gestão da pesquisa bibliográfica, bem como na organização e planificação do seminário, autonomizando-se progressivamente e desenvolvendo a sua capacidade de comunicação

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The regular contact of the student with the supervisor will provide guidance in the bibliographic research, as well as in the organization and planning of the seminar work, as well as progressive authonomy, and help developing communication soft skills.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Dependente do Tema/Dependent on the theme

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário II em Física da Matéria Condensada / Seminar II on Condensed Matter Physics

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

José António de Carvalho Paixão - S=30

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

n/a

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

Desenvolvimento, organização, planificação e apresentação pública de um tema de interesse atual, afim mas não coincidente com o tema do projeto de tese. Abertura de perspectivas novas dentro da área de especialização que a o Projecto de Tese, e mais tarde a Tese, lhe vão proporcionar. Desenvolvimento de capacidades comunicacionais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Development, organization, planning and public presentation of a scientific topic strongly related to but not coincident with that of the Thesis Project. Widening of perspectives in the area of the student's future training throughout the Thesis project and PhD thesis. Development of communication soft-skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Dependentes da natureza do tópico selecionado

6.2.1.5. Syllabus:

Dependent on the scientific topic selected for presentation.

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

Não aplicável

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

Not applicable

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O aluno é acompanhado pelo seu Orientador de trabalho de Seminário - um professor ou investigador que usualmente será também o Supervisor Provisório do Projeto de Tese - com quem deve manter contacto regular para aconselhamento, orientação e discussão do tema, até à apresentação final do Seminário.

Avaliação:

- Avaliação Contínua (Outra: Trabalho de investigação - 40.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 60.0%)*
- Avaliação Final (Exame: Apresentação pública final perante um júri - 100.0%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student should keep in close and regular contact for advise, guidance and discussion with the supervisor of the Seminar- academic staff member or researcher, usually yhe provisional Supervisor of Projeto de Tese - until the final presentation of the Seminar.

Evaluation:

- Continuous Assessment (Other: Research Work - 40.0%, Report of a seminar or field trip - 60.0%)*
- Final Assessment (Exam: Final public presentation before a juri - 100.0%)*

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

O contacto regular com o Orientador permitirá ao aluno ser orientado na gestão da pesquisa bibliográfica, bem como na organização e planificação do seminário, autonomizando-se progressivamente e desenvolvendo a sua capacidade de comunicação

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

The regular contact of the student with the supervisor will provide guidance in the bibliographic research, as well as in the organization and planning of the seminar work, as well as progressive authonomy, and help developing communication soft skills.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Seminário II em Física Nuclear e das Partículas / Seminar II on Nuclear and Particle Physics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Seminário II em Física Nuclear e das Partículas / Seminar II on Nuclear and Particle Physics

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

Brigitte Anabelle Vaz Abreu Hiller - Não tem horas de contacto

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

- João Miguel Carvalho Alves Moreira - S = 15.00

- Paulo Alexandre Vieira Crespo - S = 15.00

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

Desenvolvimento, organização, planificação e apresentação pública de um tema de interesse atual, afim mas não coincidente com o tema do projeto de tese. Abertura de perspectivas novas dentro da área de especialização que a o Projecto de Tese, e mais tarde a Tese, lhe vão proporcionar. Desenvolvimento de capacidades comunicacionais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Development, organization, planning and public presentation of a scientific topic strongly related to but not coincident with that of the Thesis Project. Widening of perspectives in the area of the student's future training throughout the Thesis project and PhD thesis. Development of communication soft-skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Dependentes da natureza do tópico selecionado

6.2.1.5. Syllabus:

Dependent on the scientific topic selected for presentation.

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

Não aplicável

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

Not applicable

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O aluno é acompanhado pelo seu Orientador de trabalho de Seminário - um professor ou investigador que usualmente será também o Supervisor Provisório do Projeto de Tese - com quem deve manter contacto regular para aconselhamento, orientação e discussão do tema, até à apresentação final do Seminário.

Avaliação:

- Avaliação Contínua (Outra: Trabalho de investigação - 40.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 60.0%)

- Avaliação Final (Exame: Apresentação pública final perante um júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student should keep in close and regular contact for advise, guidance and discussion with the supervisor of the Seminar- academic staff member or researcher, usually yhe provisional Supervisor of Projeto de Tese - until the final presentation of the Seminar

Evaluation:

- Continuous Assessment (Other: Research Work - 40.0%,

Report of a seminar or field trip - 60.0%)

- Final Assessment (Exam: Final public presentation before a juri - 100.0%)

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

O contacto regular com o Orientador permitirá ao aluno ser orientado na gestão da pesquisa bibliográfica, bem como na organização e planificação do seminário, autonomizando-se progressivamente e desenvolvendo a sua capacidade de comunicação

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

The regular contact of the student with the supervisor will provide guidance in the bibliographic research, as well as in the organization and planning of the seminar work, as well as progressive autonomy, and help developing communication soft skills.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Sistemas Inteligentes em Instrumentação / Intelligent Instrumentation Systems

6.2.1.1. Unidade curricular:

Sistemas Inteligentes em Instrumentação / Intelligent Instrumentation Systems

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

Francisco José de Almeida Cardoso - T+OT=45

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

n/a

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

- 1. Formação científica ao nível do “estado da arte” nas matérias que, actualmente, constituem as frentes de inovação no âmbito dos sistemas de instrumentação, particularmente envolvendo sensores inteligentes, redes de sensores sem fios e a abordagem de “Internet of Things”;*
- 2. Apontar caminhos de inovação tecnológica na concepção e realização de sistemas de automação, supervisão remota e suporte da capacidade emergente de “condition-based maintenance”;*
- 3. Orientação no quadro das competências profissionais de engenharia: liderança, avaliação crítica, decisão, capacidade de realização, normalização, cultivo de boas práticas e ética profissional*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. State-of-the-art scientific knowledge in what drives innovation in the broad scope of instrumentation systems, especially in the fields of both smart sensors and wireless sensor networks;*
- 2. Understanding the objectives, methods and technologies involved in the ‘Internet of Things’ approach ;*
- 3. Development of professional soft skills in engineering: leadership and professional ethics, evaluation and decision abilities, implementation drive, and thorough project management ability.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Frequência de dois dos módulos seguintes:

1. Integração M2M de sistemas embebidos em instrumentação industrial

Sistemas distribuídos e redes “de campo”

Redes emalhadas de sensores sem fios

Integração de sistemas heterogéneos sobre a Internet

Gestão remota de infra-estruturas dispersas: telegestão; seguimento e gestão de activos

Processamento de grandes volumes de dados: estruturação e métodos

2. Técnicas de Instrumentação Virtual

Definição semântica, estruturação e programação de instrumentos

Programação remota de aplicações

Correspondência de processos informáticos: middleware e redes intermédias (backhaul)

3. Tecnologias construtivas de sistemas embebidos

Microcontrolador, DSP, FPGA: funcionalidades, oportunidades e ferramentas

Captura energética do meio envolvente

Integração construtiva SoC e convergência de RFID e WSN

4. Sistemas de Tempo Real

Máquinas de estado

Sistemas operativos em tempo real

Interfaces de comunicação em tempo real
Sincronismo e gestão temporal

6.2.1.5. Syllabus:

Frequency of two out of the four following modules:

1. M2M integration of embedded systems in industrial instrumentation

Distributed systems and field networks

Meshed wireless sensor networks

Integration of heterogeneous systems over the Internet

Remote management of dispersed infra-structures and processes: asset management and tracking

Big-data analytics: systems structuring and methods

2. Virtual Instrumentation techniques

Semantics, structuring and instrument programming

Remote programming of applications

Mapping computing processes: middleware, and backhaul networks

3. Building technologies of embedded systems

Microcontrollers, DSP, FPGA: functionalities, opportunities and tools

Energy harvesting technologies

Integration with SoC; making RFID and WSN to converge

4. Real-time systems

State machines

Real-time operating systems

Real-time communication interfacing

Task synchronisation and time management

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

Este programa cobre os tópicos relativos à distribuição de "inteligência" pelos diferentes níveis hierárquicos de um moderno sistema de instrumentação, discutindo desde modelos de arquitetura de sistema até às tecnologias (microinformáticas, de comunicações cabladas e sem fios, e de alimentação em potência) envolvidas na sua construção.

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

This working programme encompasses all subjects concerning the distribution of 'intelligence' throughout the different operating levels in a typical up-to-date instrumentation system, thus promoting a comprehensive discussion of the broad range of possible solutions, from the various systems architectures to the implementing technologies: microsystems, supporting both cabled and wireless communications, and energy management, there comprising energy harvesting methods and technologies.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Dada a diversidade de cursos aos quais esta disciplina é oferecida, as aulas estão organizadas em: (i) seminários, comuns a todos os estudantes inscritos, e (ii) trabalho de projecto adequado ao perfil de conhecimento e aos interesses científico e profissional de cada estudante.

Avaliação:

- Avaliação (Projecto - 70.0%, Relatório de seminário ou visita de estudo - 30.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This curricular unit being offered to three courses which are significantly different in nature and objectives, classes are organised as (i) seminars, which are common to all students, and (ii) a choice of project works adequate to the background and foreseeable future interests of the students.

Evaluation:

- Assessment (Project - 70.0%,

Report of a seminar or field trip - 30.0%)

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

A combinação de uma cultura fundamental comum, que é obtida na série de seminários, com a aprendizagem concreta e específica resultante do trabalho de projecto, conjugando a selecção e a manipulação de tecnologias avançadas com a prática de métodos sofisticados de engenharia, já comprovou a sua eficácia na obtenção de

elevados níveis de motivação e empenho, conduzindo a muito bons resultados na aprendizagem.

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

The combination of the common ground of knowledge obtained from the seminar series with the more specific project work, thus encompassing both advanced technologies and sophisticated engineering methodologies, has proven to be effective in what concerns motivation and commitment, and, therefore, providing good learning results.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Ajay D. Kshemkalyani, e Mukesh Singhal, Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems, Cambridge University Press, 2008.*
- *Andrew S. Tanenbaum, Maarten van Steen, Distributed Systems: Principles and Paradigms, Pearson Education (2nd edition), 2008.*
- *Brian Otis, Ultra-low Power Wireless Technologies for Sensor Networks, Wiley Series on Parallel and Distributed Computing, 2009.*
- *Wolfgang Mahnke, Stefan-Helmut Leitner, e Matthias Damm, OPC Unified Architecture, Springer, 2009.*

Mapa X - Técnicas Experimentais Avançadas na Matéria Condensada / Advanced Experimental Techniques on Condense

6.2.1.1. Unidade curricular:

Técnicas Experimentais Avançadas na Matéria Condensada / Advanced Experimental Techniques on Condense

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

José António de Carvalho Paixão - T+OT=45

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

n/a

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

Esta unidade curricular visa a aprendizagem de um conjunto de técnicas experimentais avançadas na Matéria Condensada e o desenvolvimento de competências instrumentais nesta área, incluindo os métodos de preparação de amostras e as técnicas laboratoriais analíticas mais comuns na investigação experimental em Física da Matéria Condensada (caraterização das propriedades estruturais, eléctricas, ópticas, e magnéticas de materiais). Estas competências serão aprendidas em contexto de laboratório de investigação. O estudante deverá ser capaz, perante um problema concreto, de identificar as técnicas analíticas relevantes para a caracterização das propriedades do material relevantes para o problema em causa e conhecer as capacidades e também as limitações das técnicas analíticas mais comuns.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This curricular unit aims at providing the students with a number of technical skills for the characterisation of materials, including those related to sample preparation and the most common analytical techniques in Condensed Matter Physics research (materials characterisation with regard to structure, microstructure, electric, optical and magnetic properties). Learning of such skills will take place in the context of research laboratories. The student should be able, facing a research problem, to identify the relevant analytical techniques for the characterisation of materials relevant to that specific problem. The student should be aware about the ultimate capacities, but also the limitations, of the most common analytical techniques.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Três módulos dos cinco seguintes, escolhidos pelo aluno, com o apoio do supervisor, e sujeitos a aprovação prévia:

Módulo A: Técnicas de Difracção

XRD (técnicas em monocristal, policristal), SAXS, dispersão de neutrões e radiação de sincrotrão. Texturas e tensões residuais.

Módulo B: Técnicas de Interações Hiperfinas

Espectroscopia Mossbauer, correlações angulares perturbadas (PAC) e μ SR.

Módulo C: Técnicas Espectroscópicas

Espectroscopia VIS/UV, de infravermelho, RAMAN, XRF. Espectroscopia de massa, ressonância magnética nuclear (MNR) e ressonância de spin electrónico (EPR).

Módulo D: Medidas de Transporte, Magnetização e Calorimetria
Fundamentos de criogenia. Medidas de susceptibilidade e magnetização (DC e AC). Resistividade e magnetoresistência, poder termoelétrico e condutividade térmica. Calor específico. Calorimetria DSC e DSC/TG.

Módulo E: Microscopia
Microscopia óptica, electrónica (SEM e TEM), microscopia AFM/STM. Microscopia de infravermelho. Mapeamento XRF.

6.2.1.5. Syllabus:

Três módulos dos cinco seguintes, escolhidos pelo aluno, com o apoio do supervisor, e sujeitos a aprovação prévia:

Módulo A: Técnicas de Difracção
XRD (técnicas em monocristal, policristal), SAXS, dispersão de neutrões e radiação de sincrotrão. Texturas e tensões residuais.

Módulo B: Técnicas de Interações Hiperfinas
Espectroscopia Mossbauer, correlações angulares perturbadas (PAC) e μ SR.

Módulo C: Técnicas Espectroscópicas
Espectroscopia VIS/UV, de infravermelho, RAMAN, XRF. Espectroscopia de massa, ressonância magnética nuclear (MNR) e ressonância de spin electrónico (EPR).

Módulo D: Medidas de Transporte, Magnetização e Calorimetria
Fundamentos de criogenia. Medidas de susceptibilidade e magnetização (DC e AC). Resistividade e magnetoresistência, poder termoelétrico e condutividade térmica. Calor específico. Calorimetria DSC e DSC/TG.

Módulo E: Microscopia
Microscopia óptica, electrónica (SEM e TEM), microscopia AFM/STM. Microscopia de infravermelho. Mapeamento XRF

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

Os tópicos do programa cobrem as técnicas analíticas mais importantes para a caracterização de materiais, no que diz respeito à estrutura, propriedades eléctricas, ópticas e magnéticas. A abordagem é eminentemente prática, com aprendizagem em contexto de laboratórios de investigação, desta forma concretizando os objetivos da unidade curricular.

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

The syllabus covers the main analytical techniques used for the characterisation of materials, with respect to structural, electrical, optical and magnetic properties. These are addressed mainly from a practical approach, thus fulfilling the learning outcomes of the curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os tópicos serão apresentados sob a forma de seminários sobre as várias técnicas analíticas. A aprendizagem é feita, sobretudo, em contexto de laboratório, onde os estudantes terão de realizar um conjunto de trabalhos práticos. A maior parte do trabalho será realizado no laboratório TAIL- UC (Trace Analysis and Imaging Laboratory of the University of Coimbra), localizado no Departamento de Física, onde a maioria das técnicas analíticas estão disponíveis, bem como em outros laboratórios de investigação dos departamentos de Física e de Química da UC

Avaliação:

- Avaliação (Trabalho laboratorial ou de campo - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The different topics will be presented in seminars covering the variety of analytical techniques. Learning will take place mostly in the laboratory, where the students will perform a set of practical work assignments. Most of the work will take place at TAIL - UC (Trace Analysis and Imaging Laboratory of the University of Coimbra), hosted at the Physics department, where most of the analytical techniques are available and at other laboratories of the UC Physics and Chemistry departments.

Evaluation:

- Assessment (Laboratory work or Field work - 100.0%)

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

curricular.

As metodologias de ensino preconizadas, onde a prática realizada em laboratório de investigação é a componente essencial, visam promover os objetivos de aprendizagem tal como preconizados.

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

The proposed teaching methodologies, where practical work at research laboratories is the central component, aim at providing the students with the learning outcomes stated above.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Elements of Modern X-Ray Physics, J. Als-Nielsen, D. McMorrow, Wiley. ISBN: 0470973943

Modern electronic instrumentation and measurement techniques, Albert D. Helfrick, William D. Cooper, ISBN: 0135932947

Practical guide to ICP-MS: a tutorial for beginners, Robert Thomas, ISBN: 1466555432

Infrared Spectroscopy, fundamentals and applications, Barbara Stuart, ISBN 9780470854280

X-ray fluorescence spectroscopy and related techniques; an introduction, Eva Margui, Rene Van Grieken, ISBN: 9781606503911

Introduction to X-ray powder diffractometry, Ron Jenkins, Robert Snyder, ISBN: 0471513393

Atomic force microscopy, Peter Eaton, Paul West, ISBN: 9780199570454

The handbook of cryogenic engineering, J.G. Weisend, ISBN: 1560323329

Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis, Joseph Goldstein, Dale E. Newbury, David C. Joy and Charles E. Lyman, ISBN-10: 0306472929

Mapa X - Teoria de Colisões / Collision Theory**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Teoria de Colisões / Collision Theory

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

Fernando Davide de Sousa e Sampaio dos Aidos - T+OT=45

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

n/a

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

- *Saber calcular a secção eficaz diferencial num processo de colisão elástica recorrendo a várias técnicas de aproximação.*
- *Compreender a relação entre a descrição do processo de colisão através da teoria independente do tempo e a descrição através da teoria dependente do tempo.*
- *Ter capacidade para abordar a colisão multicanal e a aproximação semiclássica.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- *Know how to compute the differential cross section in an elastic collision process using various approximation techniques.*
- *To understand the relationship between the description of the collision process by the time independent theory and the description by the time dependent theory.*
- *Ability to address the multi-channel collision and the semiclassical approximation.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Colisão elástica

Formalismo dependente do tempo

Operadores de Müller e operador S. Matriz T e amplitude de colisão. Cálculo da secção eficaz usando trens de onda. Colisão de partículas idênticas. Spin. Simetrias e expansão em ondas parciais.

Formalismo independente do tempo

Operador G e operador T. Equação de Lippmann-Schwinger. Função de onda estacionária e sua forma

assimptótica. Expansão em ondas parciais. Solução regular e solução normalizada. Método da fase variável. Função de Jost. Teorema de Levinson. Ressonâncias. Potencial de Coulomb. Aproximação de Born e aproximação de Born com ondas distorcidas.
Colisão multicanal
Adaptação dos conceitos introduzidos na colisão elástica para a colisão multicanal. Aproximação de canais acoplados. Potencial óptico.
Formalismo semiclássico.

6.2.1.5. Syllabus:

Elastic Collisions
Time dependent formalism
Müller operators and the S operator. T-matrix operator and collision amplitudes. Calculation of the cross section using wave trains. Collision of identical particles. Spin. Symmetries and expansion in partial waves.
Independent time formalism
The G and T operators. The Lippmann-Schwinger equation. Stationary wave function and its asymptotic form. Expansion in partial waves. Regular solution and normalised solution. The method of the phase variable. Jost function. Levinson theorem. Resonances. Coulomb potential. Born approximation and Born approximation with distorted waves.
Multichannel collision
Adaptation of the concepts introduced in the elastic collision for multichannel collision. The coupled channels approximation. Optical potential.
Semiclassical formalism.

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

O curso fornece uma visão integral da teoria das colisões, iniciando-se com o formalismo dependente do tempo, o cálculo de secções eficazes para depois discutir o formalismo independente do tempo. O caso das ressonâncias e as particularidades do potencial de Coulomb são discutidas no âmbito do formalismo independente do tempo. Uma vez dominado este formalismo, passa-se ao caso do cálculos com vários canais. O curso termina com a discussão do formalismo semi-clássico aplicado a problemas de colisões.

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

The course provides a comprehensive view of collision theory. It starts with the time dependent formalism, the calculation of cross sections and then discuss the time independent formalism. The case of resonances and Coulomb potential peculiarities are discussed in detail and within the time-independent formalism. Once mastered these techniques, the collisions with various channels are discussed. The course ends with a description of the semiclassical formalism applied to collisions problems.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo e sumário. Os detalhes das demonstrações deverão ser realizados pelos alunos no âmbito das aulas OT. Grande ênfase à avaliação contínua.

Avaliação:

- Avaliação (Exame - 20.0%, Resolução de problemas - 35.0%, Trabalho de síntese - 45.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expository and concise teaching. The details of the calculations should be made by the students within the classes OT. Great emphasis on continuous assessment.

Evaluation:

- Assessment (Exam - 20.0%, Resolution Problems - 35.0%, Synthesis work - 45.0%)

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

Descreve-se o formalismo da Teoria das Colisões com grande detalhe, deixando os pormenores de cálculo para o aluno desenvolver per se. Desta forma, o aluno desenvolve o seu conhecimento e aptidão para usar a Teoria de Colisões. A abordagem de vários casos práticos e o recurso à avaliação contínua são dois aspectos importantes para que, no final do curso, o aluno domine este tema.

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

The formalism of the Theory of Collisions is described with great detail, leaving the details of calculation for the student to develop per se. In this way, the students develops their knowledge and ability to use the Theory of Collisions. The approach of several case studies and the use of continuous assessment are two important aspects to master this subject.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Taylor, J.R. *Scattering Theory: The Quantum Theory on Nonrelativistic Collisions*, (Dover Publications, 2006). ISBN-13: 978-0486450131.
- Newton, R.G. *Scattering Theory of Waves and Particles*, (Dover Publications, 2003). ISBN-13: 978-0486425351.
- Sitenko, A.G. *Scattering Theory*, (Berlin, Springer-Verlag, 1991). ISBN-13: 978-0387519531.
- Brink, D.M. *Semi-Classical Methods in Nucleus-Nucleus Scattering*, (Cambridge, Cambridge University Press, 1986). ISBN-13: 978-0521239400.

Mapa X - Teoria de Muitos Corpos / Many Body Theory**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Teoria de Muitos Corpos / Many Body Theory

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

Isaac Vidaña Haro - OT + T = 45.00

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

n/a

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

Conhecer a teoria e técnicas usadas no estudo de sistemas de muitos corpos e aplicar a vários sistemas físicos, finitos e infinitos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To learn the theory and technique used in the study of quantum many-body systems and their application to diferente finite and infinite physical systems

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1) *Sistemas de partículas idênticas*
- 2) *Formalismo de segunda quantização*
- 3) *Operadores densidade*
- 4) *Aproximação de Hartree-Fock*
- 5) *O gás de electrões na aproximação de Hartree-Fock*
- 6) *A teoria do funcional da densidade*
- 7) *Superfluidez: o modelo de BCS*
- 8) *A teoria da resposta linear e modos colectivos*
- 9) *Funções de Green e teoria de perturbações*
- 10) *Modelos de hidrodinâmicos: Equação de Boltzmann*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1) *Systems of Identical Particles*
- 2) *Second quantization formalismo*
- 3) *Density operators*
- 4) *The Hartree-Fock approximation*
- 5) *The homogeneous electron gas in the Hartree-Fock approximation*
- 6) *Density functional theory*
- 7) *Superfluidity: BCS model*
- 8) *Linear response theory and collective modes*
- 9) *Green's function and perturbation theory*
- 10) *Hydrodynamical models: Boltzmann equation*

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

O conteúdo programático da unidade curricular responde aos objetivos de aprendizagem da mesma pois os sistemas físicos considerados são exemplos característicos que permitem a aplicação de todas as técnicas usadas na teoria quântica de muitos corpos

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

The program content of the curricular unit meets the learning outcomes of it since all the physical systems considered are characteristic examples that allow the application of all the usual techniques used in quantum

many-body theory.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo focado nos métodos e técnicas usadas no cálculo das propriedades de diferentes sistemas físicos de muitos corpos, sendo estabelecidas relações entre os métodos sempre que indicado. Aplicações numéricas.

Avaliação:

- Avaliação (Projecto - 40.0%, Resolução de problemas - 60.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expository teaching focused on the methods and techniques used in the calculation of the properties of different physical many-body systems, establishing relationships between the methods when indicated. Numerical applications.

Evaluation:

- Assessment (Project - 40.0%, Resolution Problems - 60.0%)

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

O método de ensino é adequado aos objetivos de aprendizagem da unidade curricular pois permite ao aluno aprender de maneira progressiva as técnicas de cálculo da teoria de muitos corpos assim como a suas aplicações a sistemas físicos concretos.

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

The teaching methodology is suitable to the learning outcomes since it allows the student to learn in a progressive way all the techniques of the quantum many-body theory and simultaneously its applications to specific physical systems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Enrico Lipparino, *Modern Many-Particle Physics*, World Scientific, 2003
- E. K. Gross, E. Runge e O. Heinonen, *Many Particle Theory*, Adam Hilger, 1991
- A. L. Fetter e J. D. Walecka, *Quantum Theory of Many-Particle Systems*, McGraw Hill,
- P. Ring e P. Schuck, *Nuclear Many Body Theory*, Springer, 1980

Mapa X - Teoria dos Funcionais da Densidade / Density Functional Theory

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria dos Funcionais da Densidade / Density Functional Theory

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

Fernando Manuel Silva Nogueira - OT + T = 45.00

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

n/a

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

Ao concluir a unidade curricular o estudante deverá:

- i) conhecer a teoria dos funcionais da densidade (DFT), compreender as suas limitações e reconhecer os problemas a que ela se pode aplicar*
- ii) conhecer e compreender o método de Kohn-Sham*
- iii) compreender o significado físico da energia de troca e correlação e conhecer e compreender as limitações das várias famílias de funcionais de troca e correlação*
- iv) conhecer a teoria dos funcionais da densidade dependente do tempo (TDDFT) e reconhecer os problemas a que ela se pode aplicar*
- v) identificar e saber justificar as diferenças entre os métodos baseados em funcionais da densidade e outros métodos de muitos corpos*
- vi) conhecer e saber utilizar programas de computador que recorram à (TD)DFT*
- vii) saber interpretar os resultados obtidos nos programas de computador mencionados em vi)*

Serão desenvolvidas as seguintes competências:

- *Análise e síntese;*
- *Resolução de problemas;*
- *Raciocínio crítico;*
- *Aprendizagem autónoma;*
- *Investigação.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Upon completion of this curricular unit the student should:

- i) know density-functional theory (DFT), understand its limitations and recognise to which problems it can be applied*
- ii) know and understand Kohn-Sham's method*
- iii) understand the physical significance of exchange and correlation energy and know and understand the limitations of the various exchange and correlation functional families'*
- iv) know time-dependent density functional theory (TDDFT) and recognise to which problems it can be applied*
- v) be able to identify and justify the differences between density-functional methods and other many-body methods*
- vi) know how to use computer programs based on (TD)DFT*
- vii) be able to interpret the results obtained with the codes mentioned in vi)*

The following competences will also be developed:

- *Analysis and synthesis;*
- *Problem solving;*
- *Critical reasoning;*
- *Autonomous learning;*
- *Research.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Sistemas de muitos corpos: representações com número fixo e variável de partículas, método de Hartree-Fock, quantização de campos

Matrizes densidade de uma e duas partículas e operadores densidade

Método de Thomas-Fermi

Fundamentos da teoria dos funcionais da densidade: teorema de Hohenberg-Kohn, estados degenerados, princípio variacional, v -representabilidade, números fracionários de partículas, descontinuidade da derivada, teoria dos funcionais da densidade e corrente

Equações de Kohn-Sham: v -representabilidade, estados degenerados, teorema de Janak, significado dos valores próprios de Kohn-Sham

Funcionais de troca e correlação: aproximações da densidade local e do gradiente generalizado, meta-GGA, auto-interação, funcionais dependentes das orbitais, método do potencial otimizado, troca exacta, funcionais híbridos

Teoria dos funcionais da densidade dependente do tempo: teorema de Runge-Gross, equações de Kohn-Sham dependentes do tempo, aproximação adiabática, resposta linear

6.2.1.5. Syllabus:

Many-body systems: representations with fixed and variable number of particles, Hartree-Fock theory, field quantisation

Single- and two-particle density matrices and density operators

Thomas-Fermi theory

Foundations of density-functional theory: Hohenberg-Kohn theorem, degenerate ground states, variational equation, interacting v -representability, fractional particle numbers, derivative discontinuity, current density-functional theory

Kohn-Sham equations: noninteracting v -representability, degenerate Kohn-Sham ground states, Janak's theorem, interpretation of Kohn-Sham eigenvalues

Exchange and correlation energy functionals: local density approximation, generalised gradient approximation, meta-GGA, self-interaction corrections, orbital-dependent functionals, optimised potential method, exact exchange, hybrid functionals

Time-dependent density-functional theory: Runge-Gross theorem, time-dependent Kohn-Sham equations, adiabatic

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

Os conteúdos programáticos cobrem quase exaustivamente os fundamentos teóricos da teoria dos funcionais da densidade dependente e independente do tempo, com particular ênfase na discussão do significado físico das várias aproximações e dos problemas/limitações da teoria. Espera-se assim cumprir os pontos i) - v) e vii) dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular. O ponto vi) dos objetivos será cumprido com recurso a exemplos de aplicação apresentados nas aulas teóricas e discutidos nas aulas de orientação tutorial. As competências serão desenvolvidas, principalmente, através dos vários trabalhos práticos e das discussões.

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

The syllabus presents a quite comprehensive presentation and discussion of the theoretical basis of time-independent and time-dependent density-functional theory. Particular emphasis is given to the discussion of the physical interpretation of the approximations and of the problems/limitations of the theory. Points i) - v) and vii) of the objectives of the curricular unit are expected to be fulfilled through these discussions. Point vi) of the objectives will be met recurring to examples of the application of the theory that will be presented in the theoretical classes and discussed in the tutorial classes. Competences will be developed, mainly but not exclusively, through the several practical homework assignments and class discussions.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas expositivas complementadas com trabalhos práticos e problemas teóricos que serão feitos em casa e discutidos nas aulas de orientação tutorial.

Avaliação:

- Avaliação (Projecto - 30.0%, Resolução de problemas - 50.0%, Trabalho de síntese - 20.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The subject matter will be presented in the theoretical classes. These presentations will be complemented with practical and theoretical problems given as homework and discussed afterwards in the tutorial classes.

Evaluation:

- Assessment (Project - 30.0%, Resolution Problems - 50.0%, Synthesis work - 20.0%)

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

Os objetivos de aquisição de conhecimentos teóricos e compreensão do significado físico e limitações dos métodos serão atingidos através da apresentação e discussão da teoria nas aulas teóricas. Os objetivos relacionados com a utilização de programas de computador para resolver problemas práticos serão atingidos através dos trabalhos feitos em casa pelos alunos e posteriormente discutidos nas aulas de orientação tutorial. As competências serão desenvolvidas, principalmente, através dos vários trabalhos práticos e das discussões nas aulas teóricas e de orientação tutorial.

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

Objectives related to the acquisition of theoretical knowledge and understanding of the physical significance and limitations of the the methods will be met through the presentation and discussion of the theory during the theoretical classes. Objectives related to the use of computer programs to solve practical problems will be met through the homework assignments and their discussion in the tutorial classes. Competences will be developed, mainly but not exclusively, through the several practical homework assignments and class discussions.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Density Functional Theory: An Advanced Course
Eberhard Engel and Reiner M. Dreizler
Springer (2011)*

*A Primer in Density Functional Theory
C. Fiolhais, F. Nogueira, M. Marques (Eds)
Springer (2003)*

*Density Functional Theory: An Approach to the Quantum Many-Body Problem
Reiner M. Dreizler and Eberhard K. U. Gross
Springer (1990)*

Density-Functional Theory of Atoms and Molecules

Robert G. Parr and Weitao Yang
Oxford University Press (1989)

Fundamentals of Time-Dependent Density Functional Theory
M. Marques, N. Maitra, F. Nogueira, E. K. U. Gross, A. Rubio (Eds)
Springer (2012)

Time-Dependent Density-Functional Theory: Concepts and Applications
Carsten Ullrich
Oxford University Press (2012)

The Fundamentals of Density Functional Theory
Helmut Eschrig
B. G. Teubner (1996)

A Chemist's Guide to Density Functional Theory
Wolfram Koch and Max C. Holthausen
Wiley (2001)

Mapa X - Teorias de Grande Unificação / Grand Unified Theory

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teorias de Grande Unificação / Grand Unified Theory

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

Orlando Olavo Aragão Aleixo e Neves de Oliveira - T+OT=45

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

n/a

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

- *Quantização da carga.*
- *Redução do número de interações de gauge.*
- *Representações para férmions do Modelo Padrão.*
- *Representações para bósons de gauge.*
- *A física das partículas Higgs.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- *Charge quantisation;*
- *Reduction of the number of gauge interactions;*
- *Representations for the Standard Model fermions;*
- *Representations for the Standard Model bosons;*
- *The physics of the Higgs particle.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- *Ideia da unificação, motivação (quantização da carga, redução do número de interações de gauge, representações para férmions do Modelo Padrão), previsões (decaimento do próton, monopolos magnéticos).*
- *SU(5), representações para bósons de gauge, matéria, Higgses, quebra de simetria, termos de Yukawa, i.e. relações de massa, como determinar as correções a estes termos, as falhas do modelo mínimo de Georgi-Glashow.*

Num programa mais avançado considerar também:

- *SO(10), programa semelhante ao da prévia simetria, com ênfase especial em representações spinoriais onde os férmions existem, quebra em várias formas (Pati/Salam, Esquerda-Direita) .*
- *Unificação supersimétrica, decaimento do próton nesta teoria.*

6.2.1.5. Syllabus:

- *The idea of unification: motivation (charge quantisation, reduction of gauge interactions number, representations of the Standard Model fermions), forecasts (proton decay, magnetic monopoles).*
- *SU(5) representations for gauge bosons, matter, Higgses, symmetry breaking, terms of Yukawa, i.e. mass relations, how to compute the corrections to these terms, the failures of the minimal model of Georgi-Glashow.*
- In a more advanced program also consider:*
- *SO(10), similar to the program provides symmetry, with special emphasis on spinorial representations where there are fermions, breaks in various forms (Pati / Salam, Left-Right).*

- *Supersymmetric unification. The proton decay.*

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

O programa aborda as ideias fundamentais dominantes na busca da unificação de forças para lá do modelo standard da Física de Partículas. Os modelos mais populares são discutidos em detalhe, salientando as ideias que as motivaram. O decaimento do protão é discutido no âmbito dos vários modelos.

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

The syllabus addresses the fundamental and dominant ideas in the search for the unification of forces beyond the standard model of particle physics. The most popular models are discussed in detail, emphasising the ideas that motivated them. The decay of protons is discussed under the various models.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo com referências constantes à motivação que levou à formulação dos modelos que incluem o modelo standard como caso particular. Será dada ênfase às técnicas matemáticas necessárias para a formulação destes modelos.

Avaliação:

- Avaliação (Exame - 50.0%, Resolução de problemas - 50.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expository teaching with frequent references to the motivation that led to the formulation of models that include the standard model. Emphasis will be given to the mathematical techniques required for the formulation of these models.

Evaluation:

- Assessment (Exam - 50.0%, Resolution Problems - 50.0%)

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

A discussão da motivação dos vários modelos que estendem o modelo standard da Física de Partículas, assim como a matemática necessária para entender a sua formulação permitem compreender a procura de novas teorias que vão além do modelo standard. Sempre que possível, será feita referência à fenomenologia e aos dados experimentais existentes e como eles colocam restrições aos vários modelos. A discussão detalhada do decaimento do protão, usando vários cenários, baseia-se nos conhecimentos adquiridos em outras disciplinas e permite complementar e enquadrar as restrições experimentais possíveis de realizar.

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

The discussion of the motivation of the various models that extend the standard model of particle physics, and the mathematics needed to understand their formulation, allows to understand the search for new theories that go beyond the standard model. Where possible, reference to phenomenology and existing experimental data will be made and how they constraint the various models. A detailed discussion of the proton decay, using various scenarios, relies on the knowledge acquired in other courses and it is complements and integrates the possible experimental constraints.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Quantum field Theory in a nutshell, A. Zee;

<http://www-f1.ijs.si/~bajc/kopaproc.pdf> e bibliografia lá indicada

Mapa X - Tese em Astrofísica / Thesis on Astrophysics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tese em Astrofísica / Thesis on Astrophysics

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

Maria Alexandra Faria Pais - T=120

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

n/a

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Realização de trabalho original de investigação que possa contribuir para o aumento do Conhecimento.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Carrying out original research work capable of contributing to enhance knowledge.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Não aplicável

6.2.1.5. Syllabus:
Not applicable

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os objetivos da unidade curricular são a produção de trabalho de investigação original. A coerência dos conteúdos programáticos será da responsabilidade do supervisor, que é um docente ou investigador devidamente selecionado e autorizado.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The objectives of this curricular unit are the production of original research work. The coherence referred above is guaranteed by the supervisor, who is a selected and authorized academic staff member (either teacher or researcher).

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Produção de trabalho científico original.

Avaliação:
- Avaliação (Exame final perante um júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Production of original scientific work.

Evaluation:
- Assessment (Final examination before a juri. - 100.0%)

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A unidade curricular consiste, essencialmente, em trabalho original de investigação conducente à produção duma tese. Este trabalho deve ser publicável em revista internacional com arbitragem.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
This curricular unit consists essentially of original research work capable of supporting a PhD thesis. This work should originate publication(s) in an international scientific journals with refereeing.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Tese em Física Atómica e Molecular / Thesis on Atomic and Molecular Physics

6.2.1.1. Unidade curricular:
Tese em Física Atómica e Molecular / Thesis on Atomic and Molecular Physics

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Fernando Manuel da Silva Nogueira - T=120

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
n/a

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

Realização de trabalho original de investigação que possa contribuir para o aumento do Conhecimento.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Carrying out original research work capable of contributing to enhance knowledge.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Não aplicável

6.2.1.5. Syllabus:

Not applicable

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

Os objetivos da unidade curricular são a produção de trabalho de investigação original. A coerência dos conteúdos programáticos será da responsabilidade do supervisor, que é um docente ou investigador devidamente selecionado e autorizado.

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

The objectives of this curricular unit are the production of original research work. The coherence referred above is guaranteed by the supervisor, who is a selected and authorized academic staff member (either teacher or researcher).

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Produção de trabalho científico original.

Avaliação:

- Avaliação (Exame final perante um júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Production of original scientific work.

Evaluation:

- Assessment (Final examination before a juri. - 100.0%)

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

A unidade curricular consiste, essencialmente, em trabalho original de investigação conducente à produção duma tese. Este trabalho deve ser publicavel em revista internacional com arbitragem.

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

This curricular unit consists essentially of original research work capable of supporting a PhD thesis. This work should originate publication(s) in an international scientific journals with refereeing.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Tese em Física Computacional / Thesis on Computational Physics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tese em Física Computacional / Thesis on Computational Physics

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

Rui Davide Martins Travasso - T=120

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

n/a

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

Realização de trabalho original de investigação que possa contribuir para o aumento do Conhecimento.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Carrying out original research work capable of contributing to enhance knowledge.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Não aplicável

6.2.1.5. Syllabus:

Not applicable

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

Os objetivos da unidade curricular são a produção de trabalho de investigação original. A coerência dos conteúdos programáticos será da responsabilidade do supervisor, que é um docente ou investigador devidamente selecionado e autorizado.

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

The objectives of this curricular unit are the production of original research work. The coherence referred above is guaranteed by the supervisor, who is a selected and authorized academic staff member (either teacher or researcher).

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Produção de trabalho científico original.

Avaliação:

- Avaliação (Exame final perante um júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Production of original scientific work.

Evaluation:

- Assessment (Final examination before a juri. - 100.0%)

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

A unidade curricular consiste, essencialmente, em trabalho original de investigação conducente à produção duma tese. Este trabalho deve ser publicável em revista internacional com arbitragem.

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

This curricular unit consists essentially of original research work capable of supporting a PhD thesis. This work should originate publication(s) in an international scientific journals with refereeing.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Tese em Física da Matéria Condensada / Thesis on Condensed Matter Physics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Tese em Física da Matéria Condensada / Thesis on Condensed Matter Physics

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

José António de Carvalho Paixão - T=120

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

n/a

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

Realização de trabalho original de investigação que possa contribuir para o aumento do Conhecimento.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Carrying out original research work capable of contributing to enhance knowledge.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Não aplicável

6.2.1.5. Syllabus:

Not applicable

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

Os objetivos da unidade curricular são a produção de trabalho de investigação original. A coerência dos conteúdos programáticos será da responsabilidade do supervisor, que é um docente ou investigador devidamente selecionado e autorizado.

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

The objectives of this curricular unit are the production of original research work. The coherence referred above is guaranteed by the supervisor, who is a selected and authorized academic staff member (either teacher or researcher).

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Produção de trabalho científico original.

Avaliação:

- Avaliação (Exame final perante um júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Production of original scientific work.

Evaluation:

- Assessment (Final examination before a juri. - 100.0%)

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

A unidade curricular consiste, essencialmente, em trabalho original de investigação conducente à produção duma tese. Este trabalho deve ser publicável em revista internacional com arbitragem.

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

This curricular unit consists essentially of original research work capable of supporting a PhD thesis. This work should originate publication(s) in an international scientific journals with refereeing.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Tese em Física Nuclear e das Partículas / Thesis on Nuclear and Particle Physics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tese em Física Nuclear e das Partículas / Thesis on Nuclear and Particle Physics

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

Brigitte Anabelle Vaz Abreu Hiller - T=120

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

n/a

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

Realização de trabalho original de investigação que possa contribuir para o aumento do Conhecimento.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Carrying out original research work capable of contributing to enhance knowledge.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Não aplicável

6.2.1.5. Syllabus:

Not applicable

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

Os objetivos da unidade curricular são a produção de trabalho de investigação original. A coerência dos conteúdos programáticos será da responsabilidade do supervisor, que é um docente ou investigador devidamente selecionado e autorizado

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

The objectives of this curricular unit are the production of original research work. The coherence referred above is guaranteed by the supervisor, who is a selected and authorized academic staff member (either teacher or researcher).

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Produção de trabalho científico original.

Avaliação:

- Avaliação (Exame final perante um júri - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Final examination before a jury.

Evaluation:

- Assessment (Final examination before a jury. - 100.0%)

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

A unidade curricular consiste, essencialmente, em trabalho original de investigação conducente à produção duma tese. Este trabalho deve ser publicavel em revista internacional com arbitragem

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

This curricular unit consists essentially of original research work capable of supporting a PhD thesis. This work should originate publication(s) in an international scientific journals with refereeing

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dependente do Tema/Dependent on the theme

Mapa X - Caracterização de Materiais / Characterization of Materials

6.2.1.1. Unidade curricular:

Caracterização de Materiais / Characterization of Materials

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

Maria Margarida Ramalho Ribeiro da Costa - T+OT=45

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

n/a

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

Esta unidade curricular visa a aprendizagem de um conjunto de técnicas para Caracterização de Materiais e o

desenvolvimento de competências instrumentais nesta área, incluindo os métodos de preparação de amostras e as técnicas laboratoriais analíticas e de caracterização dos materiais. Estas competências serão aprendidas em contexto de laboratório de investigação. O estudante deverá ser capaz, perante um problema concreto, de identificar as técnicas analíticas relevantes para a caracterização das propriedades do material relevantes para o problema em causa e conhecer as capacidades e também as limitações das técnicas analíticas mais comuns.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This curricular unit aims at providing the students with a number of technical skills for the characterisation of materials, including those related to sample preparation and the analytical techniques used for characterisation of materials (with regard to structure, microstructure, electric, optical and magnetic properties). Learning of such skills will take place in the context of research laboratories. The student should be able, facing a research problem, to identify the relevant analytical techniques for the characterisation of materials relevant to that specific problem. The student should be aware about the ultimate capacities, but also the limitations, of the most common analytical techniques.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Três módulos dos cinco seguintes, escolhidos pelo aluno, com o apoio do supervisor, e sujeitos a aprovação prévia:

Módulo A: Técnicas de Difracção

XRD (técnicas em monocristal, policristal), SAXS, dispersão de neutrões e radiação de sincrotrão. Texturas e tensões residuais.

Módulo B: Técnicas de Interações Hiperfinas

Espectroscopia Mossbauer, correlações angulares perturbadas (PAC) e μ SR.

Módulo C: Técnicas Espectroscópicas

Espectroscopia VIS/UV, de infravermelho, RAMAN, XRF. Espectroscopia de massa, ressonância magnética nuclear (MNR) e ressonância de spin electrónico (EPR).

Módulo D: Medidas de Transporte, Magnetização e Calorimetria

Fundamentos de criogenia. Medidas de susceptibilidade e magnetização (DC e AC). Resistividade e magnetoresistência, poder termoeléctrico e condutividade térmica. Calor específico. Calorimetria DSC e DSC/TG.

Módulo E: Microscopia

Microscopia óptica, electrónica (SEM e TEM), microscopia AFM/STM. Microscopia de infravermelho. Mapeamento XRF.

6.2.1.5. Syllabus:

The course will comprise three of the following five modules, chosen by the student with the advice of his supervisor:

A: Diffraction Techniques

XRD (powder and single-crystal), SAXS, neutron scattering and synchrotron radiation. Textures and residual stresses.

B: Hyperfine Interaction Techniques

Mossbauer spectroscopy, perturbed angular correlations (PAC) and μ SR.

C: Spectroscopic Techniques

VIS/UV spectroscopy, IR and RAMAN spectroscopy, XRF. Mass spectroscopy, nuclear magnetic resonance (NMR) and electron spin resonance (EPR).

D: Transport properties, magnetisation and calorimetry

Fundamentals of cryogenics. Magnetic susceptibility and magnetisation measurements (DC and AC). Techniques for the measurement of resistivity and magnetoresistance, thermoelectric power, thermal conductivity. Specific heat measurements. DSC and DSC/TG calorimetry.

E: Microscopy

Optical microscopy, electron microscopy (SEM and TEM), AFM/STM microscopy. IR microscopy. XRF mapping.

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

Os tópicos do programa cobrem as técnicas analíticas mais importantes para a caracterização de materiais, no que diz respeito à estrutura, propriedades eléctricas, ópticas e magnéticas. A abordagem é eminentemente prática,

com aprendizagem em contexto de laboratórios de investigação, desta forma concretizando os objetivos da unidade curricular.

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

The syllabus covers the main analytical techniques used for the characterisation of materials, with respect to structural, electrical, optical and magnetic properties. These are addressed mainly from a practical approach, thus fulfilling the learning outcomes of the curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os tópicos serão apresentados sob a forma de seminários sobre as várias técnicas analíticas. A aprendizagem é feita, sobretudo, em contexto de laboratório, onde os estudantes terão de realizar um conjunto de trabalhos práticos. A maior parte do trabalho será realizado no laboratório TAL- UC (Trace Analysis and Imaging Laboratory of the University of Coimbra), localizado no Departamento de Física, onde a maioria das técnicas analíticas estão disponíveis, bem como em outros laboratórios de investigação dos departamentos de Física e de Química da UC.

Avaliação:

- Avaliação (Trabalho laboratorial ou de campo - 100.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The different topics will be presented in seminars covering the variety of analytical techniques. Learning will take place mostly in the laboratory, where the students will perform a set of practical work assignments. Most of the work will take place at TAIL - UC (Trace Analysis and Imaging Laboratory of the University of Coimbra), hosted at the Physics department, where most of the analytical techniques are available and at other laboratories of the UC Physics and Chemistry departments.

Evaluation:

- Assessment (Laboratory work or Field work - 100.0%)

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

As metodologias de ensino preconizadas, onde a prática realizada em laboratório de investigação é a componente essencial, visam promover os objetivos de aprendizagem tal como preconizados.

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

The proposed teaching methodologies, where practical work at research laboratories is the central component, aim at providing the students with the learning outcomes stated above.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Elements of Modern X-Ray Physics, J. Als-Nielsen, D. McMorrow, Wiley. ISBN: 0470973943

Modern electronic instrumentation and measurement techniques, Albert D. Helfrick, William D. Cooper, ISBN: 0135932947

Practical guide to ICP-MS: a tutorial for beginners, Robert Thomas, ISBN: 1466555432

Infrared Spectroscopy, fundamentals and applications, Barbara Stuart, ISBN 9780470854280

X-ray fluorescence spectroscopy and related techniques; an introduction, Eva Margui, Rene Van Grieken, ISBN: 9781606503911

Introduction to X-ray powder diffractometry, Ron Jenkins, Robert Snyder, ISBN: 0471513393

Atomic force microscopy, Peter Eaton, Paul West, ISBN: 9780199570454

The handbook of cryogenic engineering, J.G. Weisend, ISBN: 1560323329

Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis, Joseph Goldstein, Dale E. Newbury, David C. Joy and Charles E. Lyman, ISBN-10: 0306472929

Mapa X - Materiais Avançados / Advanced Materials

6.2.1.1. Unidade curricular:

Materiais Avançados / Advanced Materials

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

Maria Margarida Ramalho Ribeiro da Costa - T+OT=45

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

n/a

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

Esta unidade curricular visa a aprendizagem de tópicos actuais relevantes na área da Física dos Materiais Avançados, incluindo materiais multifuncionais. Pretende-se o desenvolvimento de competências na área da Física da Matéria Condensada, nomeadamente capacidades de investigação (incluindo a procura e seleção de bibliografia relevante), de análise e de raciocínio crítico. O estudante deverá ser capaz de estabelecer relações entre as propriedades dos materiais (estruturais, eléctricas, ópticas, etc.) e as suas aplicações tecnológicas principais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This curricular unit provides the students with up to date knowledge in the field of Physics of Advanced Materials, including multifunctional materials. It aims to provide knowledge and skills relevant to research on Condensed Matter Physics, namely research skills (including the search and selection of relevant bibliography), analysis and critical reasoning. As a learning outcome, the student should be able to relate the properties of materials (structural, electric, optical, etc.) with their main technological applications.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Três módulos dos seis seguintes, escolhidos pelo aluno e sujeitos a aprovação prévia:

Módulo A: Materiais Avançados e Armazenamento de Energia

Módulo B: Materiais Magnéticos Avançados

Módulo C: Nanomateriais

Módulo D: Novos Materiais Semicondutores

Módulo E: Materiais para Óptica Não-Linear

Módulo F: Materias Multifuncionais

6.2.1.5. Syllabus:

The students will follow three out of the six following modules, chosen by the student, with the advice of his/her supervisor:

Module A: Advanced Materials for Energy Storage

Module B: Advanced Magnetic Materials

Module C: Nanomaterials

Module D: Novel Semiconductor Materials

Module E: Materials for Non-Linear Optics

Module F: Multifunctional Materials.

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

Os conteúdos do programa cobrem uma seleção dos mais importantes materiais avançados de interesse tecnológico, permitindo assim uma visão ampla e actualizada dos materiais avançados, da investigação atual neste campo, e das aplicações tecnológicas. A liberdade de escolha de um subconjunto dos tópicos permite ir de encontro aos interesses específicos dos estudantes e, ao mesmo tempo, aprofundar os temas escolhidos, no sentido de incluir também na aprendizagem, e a um nível já com alguma profundidade, as aplicações tecnológicas dos materiais avançados.

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

The syllabus covers a selection of the most important advanced materials with technological applications, thus providing a wide and up to date view of this field, including the research that is being performed today on advanced materials and their technological applications. The freedom provided to the students to select a subset of the topics enables the selection of the materials to be addressed to better suit the individual interests of the students, and also enables to deepen the study of such subset to include, at a certain detailed level, the technological applications of these advanced materials.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os seminários serão apoiados em recursos audio-visuais.

Serão realizados trabalhos laboratoriais orientados e pequenos projectos inseridos nos centros de investigação do DF.

Haverá sessões dedicadas a análise de artigos científicos recentes, sendo exigido que o doutorando exprima, com sentido crítico, a sua opinião sobre os temas discutidos.

Avaliação:

- Avaliação (Exame - 50.0%, Trabalho laboratorial ou de campo - 50.0%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Seminars will be supported by multimedia.

The students should perform some oriented laboratory work and develop small projects within the Physics Department research centres.

A few seminars will be performed by the students, who will have to critically analyse recent scientific articles, and present their opinion on the subject.

Evaluation:

- Assessment (Exam - 50.0%, Laboratory work or Field work - 50.0%)

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

As metodologias de ensino estão fortemente centradas no aluno e no seu trabalho individual, promovendo a sua autonomia, capacidade de investigação incluindo a procura e seleção de bibliografia relevante, e sentido crítico, tal como preconizado.

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

The teaching methodologies are much centred in the student and on his individual work, thus promoting his/her autonomy, research skills including the search and selection of relevant bibliography, and critical reasoning, as stated above.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Magnetism in Condensed Matter, S. Blundel, Oxford University Press

Magnetism I & II, Collection Grenoble Sciences, J. Bornarel

Physics of Semiconductor Devices, S.M.Sze, Wiley

Molecular non-linear optics, J. Zyss, P. Keççey, P.L Liao, Elsevier

Artigos científicos de revisão sobre os temas tratados no curso. /Scientific Papers relevant to topics addressed in this course.

6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem

6.3.1. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem das unidades curriculares.

A adequação das metodologias de ensino aos objetivos de aprendizagem em cada unidade curricular, está explicitada na respetiva ficha de unidade curricular. Para além disso, a atividade conducente à tese de doutramento desenvolve-se em contexto de investigação, fomentando assim o desenvolvimento das capacidades de analisar criticamente e sintetizar novas ideias, projetar e realizar autonomamente trabalho científico original de qualidade e comunicar com os pares.

6.3.1. Suitability of methodologies and didactics to the learning outcomes of the curricular units.

The suitability of methodologies to the learning outcomes of each curricular unit is expressed in the corresponding curricular unit file. Moreover, students' activity leading to the doctoral thesis is developed in a research context, thus promoting the development of critical analysis skills, the ability to synthesize new ideas and to autonomously conceive and perform high quality research work, as well as to communicate with pairs.

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

Anualmente, estudantes e docentes deste ciclo de estudos têm oportunidade de se pronunciar sobre a relação carga média de trabalho/ECTS, através da resposta a inquéritos.

6.3.2. Means to check that the required students' average work load corresponds the estimated in ECTS.

Every year, academic staff members and students involved in this cycle of studies have the opportunity to express their opinion on the working load/ECTS, through anonymous inquiries.

6.3.3. Formas de garantir que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

Na maioria das unidades curriculares, a avaliação da aprendizagem dos estudantes inclui, para além de um exame final que permite avaliar o grau de aquisição de conhecimentos avançados na área da unidade curricular, componentes de resolução de problemas, elaboração de um trabalho de síntese e/ou execução e apresentação de um pequeno projeto sobre tópicos específicos de cada unidade. Tal permite avaliar em que medida foi conseguido o desenvolvimento das capacidades de compreensão aprofundada e de métodos de investigação, de competências de análise e síntese e de comunicação com os pares.

6.3.3. Means to ensure that the students learning assessment is adequate to the curricular unit's learning outcomes.
In most curricular units students evaluation includes not only a final examination to assess the degree of acquisition of advanced knowledge in the field, but also other components such as problem solving, writing essays and/or carrying out and presenting short projects on specific topics relevant to the curricular unit. This enables the assesment of the degree of achievement of development of deep comprehension and research methods, as well as of analysis and synthesis competences and communication skills.

6.3.4. Metodologias de ensino que facilitam a participação dos estudantes em atividades científicas.
O ensino expositivo é complementado, sempre que possível, com a discussão de métodos de investigação pertinentes e atuais, bem como de prática laboratorial ou computacional, em ambiente de investigação, em particular através do desenvolvimento de pequenos projetos.

6.3.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities.
Conventional expositive lectures are complemented, whenever possible, with the discussion of pertinent and updated research methods, as well as with laboratory or computational work in a research environment; this is specifically achieved through the execution of short research projects.

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	5	5	4
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	0	0	0
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	1	0
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	2	1	0
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	3	3	4

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.

Só existe uma área científica neste ciclo de estudos – a Física. Não há diferenças significativas no que respeita ao sucesso escolar nas diferentes áreas do curso ou nas unidades curriculares, sendo o mesmo, em todas elas, muito próximo de 100%

7.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

The only scientific area in this cycle of studies is Physics. Academic success is similar in the different branches and curricular units, consistently approaching 100%.

7.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de ações de melhoria do mesmo.

O sucesso escolar nas diferentes unidades curriculares do programa de estudos é monitorizado com base nos parâmetros de qualidade fornecidos pela aplicação NONIO da UC, a que se junta a informação recolhida informalmente pela coordenação do curso junto de estudantes e docentes.

A coordenação do ciclo de estudos analisa, em ligação com o Diretor do DF e com os docentes, o funcionamento das unidades curriculares, com vista a definir eventuais correções.

7.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

The academic success in different curricular units of the study cycle is monitored on the basis of quality parameters provided by the UC information application NONIO, along with informal information provided by the academic staff, the students.

The coordination of this cycle of studies analyses, in connection with the Director of DF and academic staff involved in teaching and /or supervising, the performance of the curricular units to define and implement eventual corrections to be introduced.

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.	90
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de atividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	10
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	85

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).

Os Centros de Investigação maioritariamente envolvidos são o Centro de Física da Universidade de Coimbra (CFisUC - reunião do ex-Centro de Física Computacional e ex-Centro de Estudos de Materiais por Difração de Raios X), Laboratory for Instrumentation, Biomedical Engineering and Radiation Physics (LIBPhys-UC) e Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP-Coimbra).

7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark (if applicable).

The research centers dominantly involved are: Centro de Física da Universidade de Coimbra (CFisUC) – which results from the merging of previous Centro de Física Computacional e Centro de Estudos de Materiais por Difração de Raios X; Laboratory for Instrumentation, Biomedical Engineering and Radiation Physics (LIBPhys-UC) and Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP-Coimbra).

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://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/8ec1ba54-b3bc-1c0a-6d36-562e0cc0e148>

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

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/8ec1ba54-b3bc-1c0a-6d36-562e0cc0e148>

7.2.4. Impacto real das atividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.

A Física é uma ciência fundamental e constitui a base de todas as tecnologias; a investigação desenvolvida em diferentes áreas, com a participação de estudantes de Doutoramento, no âmbito dos Centros de Investigação sediados do Departamento de Física, dá um contributo valioso para o desenvolvimento de atividades científicas e aplicações tecnológicas, por exemplo no domínio dos novos materiais ou no uso eficiente da energia, que beneficiam claramente as pessoas e as sociedades, com consequente impacto no desenvolvimento económico. São medidas do impacto científico e tecnológico do ciclo de estudos em avaliação, por um lado o número e qualidade das publicações em que o primeiro autor é o estudante deste ciclo de estudos (incluídas na listagem adicionada no ponto 7.2.2) e por outro, o enriquecimento do tecido tecnológico, através do envolvimento em doutoramentos de empresas que desenvolvem projetos em domínios fortemente relacionados com a Física.

7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.

Physics is not only a fundamental science but also the basis of all technologies; research developed in different fields by PhD students in the Research Centers of the Department of Physics is a valuable contribution to the development of scientific and technological activities, e.g. in the fields of new materials or efficient use of energy, that benefit people and societies, with consequent impact in economic development. The number and quality of publications having a PhD student as first author (which are included in the list provided in item 7.2.2) as well as the foundation and /or involvement in PhD projects of a set of enterprises developing projects in physics related domains are two good measures of the scientific and technological impact of this cycle of studies.

7.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.

A atividade científica desenvolvida por cerca de 80% dos doutorandos que frequentam este ciclo de estudos integra-se frequentemente em projetos nacionais e internacionais em curso nos Centros de Investigação referidos no ponto 7.2.1. A infraestrutura "Laboratório de Computação Avançada da Universidade de Coimbra", que integra vários sistemas para computação avançada, bem como a infraestrutura europeia de computação avançada PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) na qual Portugal é representado pela Universidade de Coimbra, desempenham papel importante na formação científica oferecida por este ciclo de estudos, em particular no que respeita à disciplina "Computação Avançada"

7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.

The scientific activity developed by 80% of the PhD students is frequently carried out in the scope of financed national and international projects.

Moreover, both the infrastructure "Laboratório de Computação Avançada da Universidade de Coimbra", that integrates several systems for advanced computing, and the European Advanced Computation Infrastructure PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) in which Portugal is represented by the University of Coimbra play a relevant role in the scientific training offered by this cycle of studies, in particular in what concerns the curricular unit "Advanced Computing".

7.2.6. Utilização da monitorização das atividades científicas, tecnológicas e artísticas para a sua melhoria.

As atividades científicas, nas quais os estudantes do ciclo de estudos estão envolvidos e que decorrem nos Centros de Investigação referidos no ponto 7.2.1, são objeto de relatórios anuais e trienais, apresentados à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e avaliados por um painel de especialistas. As considerações expressas nos pareceres do painel são tidas em conta com vista a uma permanente melhoria das atividades de investigação em curso.

7.2.6. Use of scientific, technological and artistic activities' monitoring for its improvement.

Scientific activities in which PhD students are involved within the research centres mentioned in 7.2.1 are reported every year and every three year periods to the Foundation of Science and Technology (FCT) and assessed by a panel of experts. Their comments and suggestions are taken into account to continuously improve the ongoing research activities.

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.

Este ciclo de estudos, tem como principal objetivo a formação avançada na área científica da Física, fornecida através das diferentes unidades do plano curricular e não inclui explicitamente atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico.

As prestações de serviços à comunidade incluem:

Assessoria científica ao Tribunal de Coimbra

Análise laboratorial, incluindo relatório, de amostras recolhidas da Porta Férrea, aquando da sua reabilitação para a empresa de reabilitação AOF, Lda, Parque da Boavista, Braga

Análise de fármacos por difração de raios X para a empresa farmacêutica Bluefarma

Serviços de computação avançada a 8 Universidades, 3 Lab Associados e 1Lab de Estado.

Atividades científicas em escalas do ensino básico e secundário

Colaboração no Centro Ciência Viva Rómulo de Carvalho

Preparação dos alunos portugueses que participam nas olimpíadas de física internacionais

Organização da escola Quark!, uma escola avançada para alunos do ensino secundário interessados na física

7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training in the main scientific area(s) of the study programme.

The main objective of this cycle of studies is the advanced training in the scientific area of Physics, guaranteed by

the the different curricular units and does include explicitly technological or artistic development activities.

Activities of consultancy and outreach include:

Scientific consultancy for Tribunal de Coimbra.

Laboratory analysis and reports on samples collected at Porta Férrea, in the process of its rehabilitation, for the enterprise AOF, Ltd, Parque da Boavista, Braga.

X-ray diffraction analysis of samples for the pharmaceutical enterprise Bluefarma.

Advanced computing services for 8 Universities, "3 Lab Associados" and 1 "Lab de Estado"

Science workshops in primary and secondary schools.

Collaboration in Centro de Ciência Viva, Rómulo de Carvalho.

Training of portuguese students who participate every year in International Physics Olympiads.

Running the advanced school "Quark!" for secondary school students interested in Physics.

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 contribuição deste ciclo de estudos para a cultura científica expressa-se no trabalho apresentado em cada dissertação produzida e nas publicações associadas.

7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.

The contribution of this cycle of studies to the scientific culture is expressed in the original published work which is the outcome of each thesis presented.

7.3.3. Adequação do conteúdo das informações divulgadas ao exterior sobre a Instituição, o ciclo de estudos e o ensino ministrado.

A UC mantém, atualizada, a sua página <http://www.uc.pt> a partir da qual se encontra informação detalhada sobre a instituição, as suas unidades orgânicas e serviços. Em <http://apps.uc.pt/courses/pt/index>, pode obter-se informação sobre cada um dos cursos da UC e seu plano de estudos. Em <http://www.uc.pt/candidatos> e <http://www.uc.pt/academicos>, é dada informação atualizada sobre candidaturas e gestão académica, respetivamente, procurando-se, cada vez mais, que um acesso virtual que facilite o contacto com os serviços académicos.

Em <https://inforestudante.uc.pt> e <https://infodocente.uc.pt>, estudantes e docentes têm acesso a informação detalhada sobre aspetos fundamentais para o processo de ensino aprendizagem tais como sumários, material pedagógico, fóruns de discussão, avaliações, calendário e horário escolares, avisos vários, avaliação da qualidade pedagógica.

7.3.3. Suitability of the information made available about the institution, the study programme and the education given to students.

The University has a web site <http://www.uc.pt> where can be found detailed information about the institution, its organisational units (OU), and services. The information concerning each course and its study plan can be found in <http://apps.uc.pt/courses/pt/index>. Updated information on applications is possible in <http://www.uc.pt/candidatos> and the academic management is to be found in <http://www.uc.pt/academicos>. It is intended that a virtual access facilitates the contact with the academic services.

In <https://inforestudante.uc.pt> and <https://infodocente.uc.pt>, students and teachers have access to detail information on aspects wich are fundamental to the learning process, such as summaries, pedagogical material, discussion forums, evaluation, school schedules, numerous notifications and evaluation of the pedagogical quality.

A small vídeo and small notices in the Univesity's page provide updates and alerts to the relevant informations which the instituion finds relevant.

7.3.4. Nível de internacionalização

7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

	%
Percentagem de alunos estrangeiros matriculados na instituição / Percentage of foreign students	38.46
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in)	7.14
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 academic staff (in)	14.29
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of academic staff (out)	0

8. Análise SWOT do ciclo de estudos

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

A estrutura curricular revela-se globalmente adequada e os objetivos gerais para este ciclo de estudos são atingidos. Apesar de o pequeno número de estudantes inscritos em cada ano nem sempre possibilitar o acesso a inquéritos, o contacto direto e informal com estudantes e docentes, permite concluir que a organização interna é satisfatória, a utilização de recursos informáticos, bibliotecas e laboratórios de investigação é intensiva e a qualidade do curso garantida.

A integração de estudantes nacionais e estrangeiros tem-se processado naturalmente, sem dificuldades conhecidas.

8.1.1. Strengths

The curricular structure of the course is globally adequate and the generic objectives for this cycle of studies are achieved. Although the small number of students does not always allow access to the results of enquires, direct and informal contact with students and academic staff leads to the conclusion that the internal organization is satisfactory, the use of computing facilities, libraries and research laboratories is intensive and the scientific quality of the course is guaranteed.

The integration of national and international students is usually accomplished in a smooth and natural way, without any know difficulties.

8.1.2. Pontos fracos

1.Tendo em conta que a última fase de candidaturas a doutoramento na FCTUC apenas fica concluída em Novembro e que os resultados dos concursos a bolsas de doutoramento associadas aos vários programas doutorais FCT frequentemente não são conhecidos antes daquela data, torna-se praticamente impossível que os alunos possam concluir a frequência de 3 disciplinas de opção dentro do prazo definido pela FCTUC para o termo do 1º semestre.

2.A experiência adquirida desde 2010 mostra que frequentemente um trabalho de investigação original conducente a uma tese em Física poderá exigir um período superior a 2 anos (mesmo tendo em conta o trabalho preliminar de pesquisa já realizado durante o 1º ano do ciclo de estudos), principalmente quando envolve uma forte componente experimental ou computacional. No entanto, há problemas originais que podem ser desenvolvidos em 2 anos.

8.1.2. Weaknesses

1.The last period for application to a PhD in FCTUC is not concluded before middle November and the results of application to PhD grants associated with different FCT Doctoral Programmes (IDPASC, DAEPHYS) are usually not publicised earlier than that. Hence it is virtually impossible for the students to conclude the frequency of three optional disciplines within the schedule defined by FCTUC for the first semester.

2.The experience acquired since 2010 reveals that research leading to a PhD thesis frequently takes longer than two years, (even taking into account the preliminary research work developed during the first year in Projeto de Tese), in particular when it involves a strong experimental or computational component. Nevertheless, some original problems can be developed in two years.

8.1.3. Oportunidades

Para tentar aumentar o pequeno número de estudantes neste ciclo de estudos,o qual se deve em parte à escassez de bolsas,poderemos atrair estudantes não nacionais, quer através do contacto com estudantes brasileiros que frequentaram em Coimbra 2 anos da sua licenciatura (PLI), quer através da participação de alguns docentes do DF em redes/projetos europeus direcionados para o ensino universitário da Física e atração de alunos para esta área ou através de colaborações internacionais.

8.1.3. Opportunities

One possible way of increasing the number of new students every year, may be the attraction of international students, through programs such as PLI with students from Brasil, or through the participation of members of UC academic staff in European projects/networks, such as EUPEN (European Physics Education Network) in work groups specifically focused on attracting and exchanging Physics students.

8.1.4. Constrangimentos

A ocorrência de várias fases de candidatura, a última das quais termina em novembro, dificulta uma gestão eficiente do número de disciplinas de opção a funcionar em cada ano, dado que os alunos podem inscrever-se e indicar as suas preferências (sujeitas, é certo, a aprovação, mas que se pretende, dentro do possível e razoável, respeitar)em momentos diferentes de um período temporal muito alargado.

8.1.4. Threats

The schedule for PhD applications established by FCTUC includes several periods spread over a rather long time range. On one hand, this enhances the possibilities for attracting students from different origins and thus is a positive factor. On the other hand, however, it makes the efficient management of the number of optional disciplines simultaneously offered rather difficult, taking into account the available human resources and the interests of each individual student to achieve the academic profile of his/her choice.

9. Proposta de ações de melhoria

9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

9.1.1. Ação de melhoria

1. Propõe-se que, no momento de abertura de cada edição do ciclo de estudos, o Departamento de Física equacione o que é mais adequado, ou seja: que as três opções possam abrir total ou parcialmente no 1º semestre; no segundo caso, as restantes unidades curriculares abrirão no 2º semestre. Consequentemente, deverão ser também alterados internamente (em Nónio), os ECTS da disciplina anual Projeto Tese de modo a garantir que o estudante tenha de frequentar, em cada semestre, 30 ECTS.

2. Propõe-se que seja feito internamente um esforço de sensibilização de cada orientador de Projeto de Tese e de Tese no sentido de ajustar os objetivos da tese ao período previsto para a sua conclusão e acompanhar o estudante de modo a ajudá-lo a cumprir um plano pré-estabelecido, evitando a sua eventual dispersão por outros trabalhos (científicos) que não estejam diretamente relacionados com o trabalho de tese.

9.1.1. Improvement measure

1 – At the start of each edition of this cycle of studies (i.e., every year) the Physics Department will decide upon the most adequate schedule: three optional units or only part of these will be offered to the students in the first semester; in the latter case, the remaining curricular units will be offered in the second semester. As a consequence, the number of ECTS attributed to Projeto de Tese in each semester must be (internally) adjusted, so that the total number of ECTS in each semester may add to 30.

2 -The coordination of the cycle of studies will actively advise every Project Thesis and Thesis supervisor to adjust the thesis objectives so that its may be concluded in 6 semesters (2 semesters for Projeto de Tese and 4 semesters for the Thesis), and to encourage students to keep a predefined work plan, preventing dispersion and eventually time consumed with attention given to other scientific topics not directly related with the thesis work.

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

- 1 - Prioridade Alta; Tempo de implementação de 12 Meses.*
- 2 - Prioridade Média; Tempo de implementação de 12 Meses.*

9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.

- 1-High priority - implementation within 18 months*
- 2-Medium priority - implementation within 12 months*

9.1.3. Indicadores de implementação

Aprovação das alterações propostas

9.1.3. Implementation indicators

Approval of the proposed changes

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

<sem resposta>

10.1.1. Synthesis of the intended changes*<no answer>***10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)****Mapa XI****10.1.2.1. Ciclo de Estudos:***FÍSICA***10.1.2.1. Study programme:***PHYSICS***10.1.2.2. Grau:***Doutor***10.1.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***<sem resposta>***10.1.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***<no answer>***10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure**

Área Científica / Scientific Area (0 Items)	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS 0	ECTS Optativos / Optional ECTS* 0
--	-----------------	---	--------------------------------------

*<sem resposta>***10.2. Novo plano de estudos****Mapa XII****10.2.1. Ciclo de Estudos:***FÍSICA***10.2.1. Study programme:***PHYSICS***10.2.2. Grau:***Doutor***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***<sem resposta>***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***<no answer>***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***<sem resposta>***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***<no answer>*

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units (0 Items)	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
--	--	---------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	------	-----------------------------------

<sem resposta>

10.3. Fichas curriculares dos docentes**Mapa XIII**

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.3.6. Ficha curricular de docente:

<sem resposta>

10.4. Organização das Unidades Curriculares (apenas para as unidades curriculares novas)**Mapa XIV**

10.4.1.1. Unidade curricular:

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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):

<sem resposta>

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

<no answer>

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

<sem resposta>

10.4.1.5. Syllabus:

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

<sem resposta>

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

<sem resposta>