

ACEF/1516/06937 — Guião para a auto-avaliação

Caracterização do ciclo de estudos.

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

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

A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):
Instituto Superior Técnico

A3. Ciclo de estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A3. Study programme:
Physics Engineering

A4. Grau:
Doutor

A5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (n.º e data):
Despacho n.º 4452/2014, DR n.º 60, II série de 26 de março

A6. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A6. Main scientific area of the study programme:
Technological Physics Engineering

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:
240

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

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

A10. Número de vagas proposto:

A11. Condições específicas de ingresso:

1. Podem candidatar-se ao acesso ao ciclo de estudos conducente ao grau de doutor:

a) Os titulares do grau de mestre, ou equivalente legal;

b) Os titulares do grau de licenciado ou equivalente legal, detentores de um currículo escolar ou científico especialmente relevante que seja reconhecido pelo Conselho Científico do IST como atestando capacidade para a realização do ciclo de estudos;

c) A título excepcional, os detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido pelo Conselho Científico do IST, como atestando capacidade para a realização do ciclo de estudos

2. Cabe ao Conselho Científico do IST, tendo em conta o parecer do Coordenador do Curso, decidir sobre os candidatos a admitir.

A11. Specific entry requirements:

1. May apply to a cycle of studies, leading to a PhD degree applicants that:

a) Hold a Master's degree, or legal equivalent;

b) Hold a degree or legal equivalent, holder of an academic or scientific record recognized by the Scientific Board of IST as particularly relevant, attesting the candidate's ability to attend this cycle of studies;

c) Exceptionally have an academic, scientific or professional record recognized by the Scientific Board of IST as showing evidence of the applicant's ability to attend this cycle of studies.

2. Based on the opinion delivered by Program Coordinators, the Scientific Board shall be responsible for making decisions about candidate eligibility.

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):

Não

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):

Tronco Comum

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

Common Branch

A13. Estrutura curricular**Mapa I - Tronco Comum****A13.1. Ciclo de Estudos:**

Engenharia Física Tecnológica

A13.1. Study programme:

Physics Engineering

A13.2. Grau:

Doutor

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

Tronco Comum**A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**
Common Branch**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 dos Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear (Opções-105ECTS)/Plasma Physics, Lasers and Nuclear Fusion (Options-105ECTS)	FPLFN	0	0
Física Interdisciplinar (Opções-15ECTS)/Interdisciplinary Physics (Options-15ECTS)	FI	3	0
Física de Partículas e Física Nuclear (Opções-75ECTS)/Particle and Nuclear Physics (Options-75ECTS)	FPFN	0	0
Física da Matéria Condensada e Nanotecnologia (Opções-33ECTS)/Condensed Matter and Nanotechnology (Options-33ECTS)	FMCN	0	0
Físicas e Tecnologias Básicas (Opções-67.5)/Basic Physics and Technologies (Options-67.5ECTS)	FTB	0	0
Ciências Biológicas (Opções-6ECTS)/Biological Sciences (Options-6ECTS)	CB	0	0
Biomateriais, Nanotecnologia e Medicina Regenerativa (Opções-6ECTS)/Biomaterials, Nanotechnology and Regenerative Medicine (Options-6ECTS)	BNMR	0	0
Competências Transversais (Opções-6ECTS)/Crosscutting Skills (Options-6ECTS)	CT	0	0
Todas as áreas científicas do IST (Opções-27ECTS)/All scientific areas of IST (Options-27ECTS)	OL	0	0
Opções-qualquer área científica desta tabela/Options-any scientific area of this table	OP	0	27
(10 Items)		3	27

A14. Plano de estudos**Mapa II - Tronco Comum - n.a.****A14.1. Ciclo de Estudos:**
Engenharia Física Tecnológica**A14.1. Study programme:**
Physics Engineering**A14.2. Grau:**
Doutor**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**
Tronco Comum**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**
Common Branch**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**
n.a.**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**

n.a.

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Métodos Experimentais Avançados em Física de Partículas I/Advanced Experimental Methods in Particle Physics I	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Técnicas em Física de Partículas/Particle Physics Techniques	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos Avançados em Física das Partículas e Astropartículas I/Advanced Topics in Particle and Astroparticle Physics I	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Métodos de Física Nuclear em Ciência e Tecnologia/Nuclear Physics Methods in Science and Technology	FTB	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Métodos Experimentais Avançados em Física de Partículas II/Advanced Experimental Methods in Particle Physics II	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Projecto de Aquisição e Controlo em Detectores/Project on Data Acquisition and Control in Detectors	FTB	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos Avançados em Física das Partículas e Astropartículas II/Advanced Topics in Particle and Astroparticle Physics II	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Astropartículas/Astroparticles	FPFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Física de Partículas/Particle Physics	FPFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Métodos Experimentais em Física de Partículas/Experimental Methods in Particle Physics	FPFN	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Sistemas de Aquisição de Dados/Data Acquisition Systems	FTB	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos em Física de Partículas/Topics in Particle Physics	FPFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Diagnósticos/Diagnostics	FPLFN	Semestral	126	TP-10,5;PL-31,5;	4.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Física-Munique 1/Physics-Munich-Munich 1	FPLFN	Semestral	252	TP-21;	9	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Sistemas de Aquisição e Processamento de Dados/Data Acquisition and Processing Systems	FTB	Semestral	126	TP-10,5;PL-31,5;	4.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Engenharia-Pádua 1/Engineering-Pádua 1	FPLFN	Semestral	252	TP-21;	9	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Computação Avançada em Física e Engenharia/Advanced Computation in Physics and Engineering	FPLFN	Semestral	210	S-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Medidas de Controle em Tempo Real/Real Time Control Measurements	FTB	Semestral	210	PL-56;OT-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Óptica e Lasers em Física e Engenharia/Optics and Lasers in Physics and Engineering	FPLFN	Semestral	210	S-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS

Sistemas de Instrumentação e Electrónica/Instrumentation and Electronic Systems	FTB	Semestral	210	PL-56;OT-28	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Aquisição e Processamento de Dados/Data Acquisition and Processing	FTB	Semestral	210	T-35;PL-42;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Complementos de Descargas em Gases/Complements of Gaseous Discharges	FPLFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Física da Interação Laser-Plasma/Physics of Laser-Plasma Interaction	FPLFN	Semestral	210	S-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Métodos de Diagnóstico de Plasmas/Diagnostic Methods for Plasmas	FPLFN	Semestral	210	T-28;PL-42;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Ondas e Instabilidades em Plasmas/Waves and Instabilities in Plasmas	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tecnologias a Plasma para Processamento de Materiais/Plasma Techology for Materials Processing	FPLFN	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Descargas em Gases/Gas Discharges	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Fusão Nuclear/Nuclear Fusion	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Óptica Quântica e Lasers/Quantum Optics and Lasers	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Concepção e Simulação de Detectores de Radiação/Design and Simulation of Radiation Detectors	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Métodos Computacionais em Tecnologia das Radiações/Computational Methods in Radiation Technology	FTB	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Física e Tecnologia das Radiações/Radiation Physics and Technology	FTB	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Laboratório de Raios Cósmicos/Cosmic Ray Laboratory	FPFN	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Técnicas de Instrumentação Nuclear/Nuclear Instrumentation Techniques	FTB	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Biologia dos Sistemas/Systems Biology	CB	Semestral	168	T-42;PL-21;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Complementos de Microtecnologias/Complements of Microtechnologies	FMCN	Semestral	210	T-28;PL-42;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Spintronics/Spintronics	FMCN	Semestral	210	TP-42;PL-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Nanotecnologias e Nanoelectrónica/Nanotechnologies and Nanoelectronics	FMCN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Técnicas de Micro e Nanofabricação/Micro and Nanofabrication Techniques	FMCN	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Física e Tecnologia dos Semicondutores/Physics and Technology of Semiconductors	FMCN	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Nanotecnologias/Nanotechnology	BNMR	Semestral	168	T-56;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Seminário de Física/Physics Seminar	FI	Semestral	84	S-14;	3	Obrigatória

Unidades Curriculares de Opção/Option Course Units	OL	Semestral	756	n.a.	27	Opcional: Opções livres a escolher de qualquer DEA do Instituto Superior Técnico com o acordo do Coordenador do DEA
Fundamentos de Física dos Plasmas, Fusão Nuclear e Lasers/Fundamentals of Plasma Physics, Nuclear Fusion and Lasers	FPLFN	Semestral	210	T-42;TP-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos Avançados em Física dos Plasmas, Fusão Nuclear e Lasers/Advanced Topics in Plasma Physics, Nuclear Fusion and Lasers	FPLFN	Semestral	210	T-42;TP-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Física da Informação Clássica e Quântica/Physics of Classical and Quantum Information	FI	Semestral	210	TP-56;PL-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tecnologias Quânticas da Informação/Quantum Information Technologies	FI	Semestral	210	TP-56;PL-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Ensino e Divulgação Científica-Df/Outreach and Teaching Skills-Df	CT	Semestral	168	OT-42;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
(48 Items)						

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)

Vítor João Rocha Vieira

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

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

<sem resposta>

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.

<sem resposta>

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

<no answer>

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:

Instituto Superior Técnico nos seus Campi:

Campus Alameda: Av. Rovisco Pais, No 1, 1049-001 Lisboa

Campus Taguspark: Av. Prof. Doutor Cavaco Silva, 2744-016 Porto Salvo

Campus Tecnológico e Nuclear: Estrada Nacional 10 (ao Km 139,7), 2695-066 Bobadela LRS

nas instalações de ensino e nos Centros de Investigação e Laboratórios Associados, incluindo ainda o LIP e o INESC-MN e empresas.

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

[A19. Regulamento de creditação da UL.pdf](#)

A20. Observações:

Para lá dos docentes que têm indicação de Dissertação na sua ficha de docente, existem mais orientações e co-orientações de Dissertação por parte de investigadores de centros de investigação do IST, e de outros centros nacionais e internacionais de investigação.

No ponto 5.1.3 - Procura do ciclo de estudos , a plataforma aceita apenas números, razão pela qual aparece "0" em vez de "não aplicável".

Nos pontos 6.2.1.2 e 6.2.1.3 é indicado o crédito letivo atribuído aos docentes da unidade curricular (para efeito de serviço docente) e não a carga letiva com que a unidade curricular efetivamente funcionou.

No ponto 7.1.1 - Eficiência formativa, os dados que constam dos diplomados dizem respeito aos anos letivos 2011/12, 2012/13 e 2013/14 nesta data ainda não estão apurados os diplomados de 2014/2015.

No ponto 7.1.4 - Empregabilidade, a plataforma aceita apenas números, razão pela qual aparece "0" em vez de "não aplicável". As análises realizadas pelo IST aos seus diplomados de 3º ciclo não são realizadas com o principal foco na situação profissional. O principal foco está nas motivações, meios e benefícios que são obtidos com a obtenção de um diploma de 3º ciclo. A informação acerca da área de formação e tempo de espera não está disponível para estes diplomados.

No ponto 7.3.4 - Nível de internacionalização, na resposta ao item "Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out)" não foram consideradas as participações em conferências, reuniões e workshops.

A20. Observations:

In addition to the teaching staff that list Dissertation in their work profile, there are other investigators from research centres of the IST and other national and international research centres, that also function as adviser or co-supervisor for Dissertations.

In item 5.1.3 - Study programme's demand, since the platform only allows numbers here, '0' appears instead of "not applicable".

In items labelled 6.2.1.2 and 6.2.1.3, what is stated is the teaching credit attributed to the lecturers of the curricular unit (for the purpose of calculating their total teaching load), which is not the same as the functioning effective curricular load of the unit.

In item 7.1.1 - Graduation efficiency, the data deployed refers to academic years 2011/12, 2012/13 and 2013/14, at this time the data regarding graduates in 2014/2015 is not available yet.

In item 7.1.4 – Employability, since the platform only allows numbers here, '0' appears instead of "not applicable". The main focus of the analysis undertaken by IST to its PhDs is not their professional status. Its main focus is about motivation, means and benefits derived from a PhD degree. Information about the graduation area and time until employment are not available for the PhDs.

In item 7.3.4 - Internationalization level, the answer to question "Percentage of teaching staff in mobility (out) " does not consider the participation in conferences, meetings and workshops.

1. Objetivos gerais do ciclo de estudos

1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos.

O programa de doutoramento em Engenharia Física Tecnológica permite a aquisição de conhecimentos avançados e de capacidades de investigação em temas de grande atualidade, como a física das altas energias, experimental e teórica, a física nuclear, a astrofísica e cosmologia, física dos plasmas incluindo fusão nuclear, física atómica e molecular, física da matéria condensada, física do estado sólido, geofísica, e sistemas dinâmicos.

É um dos programas de suporte do "Programa Avançado em Ciência e Engenharia de Plasmas (APPLAuSE)", do "Programa Doutoral em Física e Matemática da Informação: Fundamentos das Futuras Tecnologias da Informação (DP-PMI)", do "Doutoramento Internacional em Partículas e Astropartículas, Astrofísica e Cosmologia (IDPASC)" e do "Programa Doutoral em Microsistemas Integrados Avançados (AIM)", apoiados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, com bolsas próprias.

1.1. Study programme's generic objectives.

The PhD programme in Physics Engineering is designed to train highly qualified researchers in domains such as: High Energy Physics, Experimental and theoretical Physics, Nuclear Physics, Astrophysics and Cosmology, Plasma Physics including nuclear fusion, Atomic and Cellular physics, Condensed Matter Physics, Solid State Physics , Geophysics and Dynamical Systems.

It is one of the supporting Ph.D. programs of the "Advanced Program in Plasma Science and Engineering (APPLAuSE)", of the "Doctoral Programme in the Physics and Mathematics of Information: Foundations of Future

Information Technologies (DP-PMI)", of the "International Doctorate Network in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology (IDPASC)", and of the "Doctoral Programme in Advanced Integrated Microsystems (AIM)", supported by the Fundação para a Ciência e a Tecnologia, with specific fellowship scholarships.

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

Nos termos do nº 1 do Artigo 3º dos Estatutos do IST, homologados pelo Despacho nº 12255/2013 publicado em Diário da Republica de 25 de Setembro de 2013, afirma-se que:

“É missão do IST, como instituição que se quer prospetiva no ensino universitário, assegurar a inovação constante e o progresso consistente da sociedade do conhecimento, da cultura, da ciência e da tecnologia, num quadro de valores humanistas.”

Nos termos do nº 2 do mesmo artigo estabelece-se que, no cumprimento da sua missão, o IST:

Privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico;

Promove a difusão da cultura e a valorização social e económica do conhecimento científico e tecnológico;

Procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo;

Efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente.

O curso de doutoramento em Engenharia Física Tecnológica com os objetivos indicados em 1.1 prepara investigadores com capacidade para a realização de atividade autónoma na área científica da Engenharia Física, de forma a se tornarem investigadores de excelência, no meio académico ou na indústria. Este curso enquadra-se assim plenamente no contexto da estratégia institucional de oferta formativa face à missão da instituição.

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

Item Nr. 1, Article 3, of the IST statute, adopted by Order 12255/2013 published in the September 25th, 2013 edition of the Official Journal, “Diario da Republica”, states that:

“As an institution that aspires to be prospective in Higher Education, the mission of IST shall be to ensure constant innovation and consistent progress of the knowledge-based society, culture, science and technology within a framework of humanistic values.”

Item Nr. 2 of the same article further specifies that, in fulfilling its mission, the IST shall:

Favour scientific research and instruction, with an emphasis on post-graduate education and lifelong education, and technological development;

Promote the dissemination of culture and the social and economic appreciation of scientific and technological knowledge;

Seek to contribute to the competitiveness of the Portuguese economy through technological transfer, innovation and furtherance of entrepreneurship;

Enforce social responsibility by providing its scientific and technical services and support the integration of its graduates in the labour market and their constant training.

The PhD programme in Physics Engineering, with the objectives indicated in 1.1, forms investigators with the ability for autonomous activity in the scientific area of Physics Engineering, and with the means to become outstanding researchers, either in academia or the industry. This PhD programme is thus fully in line with the IST's context for institutional formative strategy, considering the institution's mission.

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

A informação sobre os objetivos do programa doutoral e suas unidades curriculares está disponível nas páginas web do IST (<http://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/deft>) e (<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/deft/paginas-de-disciplinas>), em Português e Inglês.

Os programas doutorais FCT, com as suas páginas e meios de divulgação próprios e bolsas próprias atribuídas anualmente, são outro meio eficaz de divulgação e captação de alunos, por estarem apoiados nos programas doutorais do DF. Os centros associados ao Programa Doutoral em Engenharia Física Tecnológica (IPFN, INESC-MN, LIP, CeFEMA, CFTP, CENTRA, ICIST, C²TN, CERENA) têm páginas web com notícias de eventos relacionados com a actividade científica de forma a manter alunos e docentes actualizados no estado da arte nas respetivas áreas.

Adicionalmente, o funcionamento de cada semestre é preparado através de reuniões dos coordenadores de curso com responsáveis das disciplinas e delegados dos alunos sempre que necessário.

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

Information about the PhD program and its curricular units (CUs) is available online at the IST sites (<http://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/deft>) & (<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/deft/paginas-de-disciplinas>), both in Portuguese and in English.

The FCT doctoral programs, with their own web pages and announcements, and its yearly scholarship endowments, provide additional efficient means of information and student enrollment in the DF programs upon which they are built. The research centers involved in the Physics Engineering PhD program (IPFN, INESC-MN, LIP, CeFEMA, CFTP, CENTRA, ICIST, C²TN, CERENA) also maintain their own web pages with news of scientific events aiming at keeping faculty and students fully up-to-date with the state of the art in their fields. In addition, the operation of each semester is usually discussed and prepared in meetings involving the course coordinators, the faculty in charge of the CUs and the student delegates.

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 Coordenação Científica dos CE conducentes ao grau de doutor é da responsabilidade da Comissão Científica do CE, que é constituída por um Coordenador e Professores ou investigadores doutorados, que representem as áreas científicas dos departamentos e estruturas transversais que participam no CE, incluindo mais do que um professor catedrático. A Coordenação Pedagógica é da responsabilidade de uma Comissão, constituída por um Coordenador e Professores ou investigadores doutorados e estudantes.

A criação, extinção ou alteração de CE tem procedimentos aprovados pelo IST disponíveis na página WEB do CG. Os Departamentos ou Estruturas elaboram propostas e remetem-nas ao Presidente. Os processos passam pelos vários órgãos (CC, CP, CG, CE) terminando com a aprovação, ou não, do Reitor. A distribuição do serviço docente é proposta pelos Departamentos, aprovada pelo CC e homologada pelo Presidente do IST. As normas e mecanismos estão definidos no Regulamento de Prestação de Serviço dos Docentes do IST.

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

The Scientific Coordination of the CE leading to a PhD degree is up to the CE Executive Committee, which includes a Coordinator and Teachers or PhD researchers, which represent the scientific areas of the departments that participate in the CE, including more than one Full Professor.

The Pedagogical Coordination is up to one Committee, which includes a Coordinator and Teachers of PhD researchers and students.

The creation, windup or amendment of CE involves procedures approved by IST available at the webpage of the Governing Board. The Departments or Structures elaborate proposals and send them to the President. The processes are subject to the approval of the different bodies of IST (CC, CP, CG, CE) and are ultimately approved or not by the Rector.

The distribution fo the teaching service is proposed by the Departments, approved by the CC and authorized by the President of IST. The standards and mechanisms are defined in the Service Provision Regulations of IST Teaching staff.

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 destes elementos na gestão da qualidade do CE está assegurada de várias formas, sendo exemplo disso a Coordenação Científico-Pedagógica de curso que para além do coordenador, inclui na sua constituição uma representação de vários docentes e investigadores doutorados e estudantes, e nalguns casos inclui Comissões de Acompanhamento de Tese.

Mais adiante serão referidas outras formas de contribuição dos estudantes e docentes, referindo-se como exemplo alguns inquéritos tais como o QUC (avaliação das UC), que prevê a auscultação de alunos e docentes, e inquérito de avaliação da empregabilidade dos diplomados, cujos resultados são incorporados num relatório Anual de Autoavaliação de cada CE (R3A). Neste momento está definido o modelo para este relatório no 3º ciclo, estando em curso o alargamento do QUC.

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 these elements in the quality management process of the Studies Cycle can be ensured in different ways, for example, through the Scientific and Pedagogical Coordination which, in addition to the programme coordinator, includes students' representatives and teachers and researchers' representatives, and in some cases include a Committee for the monitoring of the thesis development.

Other forms of contribution in the quality management process will be provided below. For example some regular surveys, such as the QUC survey, whose regulations provides for the consultation of teachers and students, and survey for the assessment of graduates' employability, whose results are incorporated into an annual self-assessment report (R3A). At the moment the model for this 3rd cycle report is already defined, and the QUC extension is in

progress.

2.2. Garantia da Qualidade

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

Nos últimos anos o IST assumiu como objetivo estratégico da escola o desenvolvimento de um Sistema Integrado de Gestão da Qualidade(SIQuIST),com o objetivo de promover e valorizar a cultura de qualidade desenvolvida na escola ,com a institucionalização de um conjunto de procedimentos que imprimem a melhoria contínua e o reajustamento,em tempo real, dos processos internos.O modelo abrange as 3 grandes áreas de atuação do IST-Ensino,ID&I,e Transferência de Tecnologia,assumindo-se como áreas transversais e de suporte as restantes áreas estratégicas da escola.Certificado em 2013 pela A3ES,destacam-se os seguintes instrumentos de gestão da qualidade do ensino: Guia Académico,QUC (subsistema de garantia da qualidade das unidades curriculares),e R3A (Relatórios anuais de autoavaliação)que integram indicadores de desempenho, incluindo os decorrentes do desenvolvimento de inquéritos e estudos vários.A funcionar em pleno no 1º e 2º ciclos,está em curso a extensão destes dois últimos ao 3º ciclo.

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

In recent years, the IST has strategically invested in the development of an Integrated Quality Management System (SIQuIST), with the purpose of promoting and enhancing the culture of quality developed at the IST, by adopting a set of procedures for continuous improvement and readjustment, in real time, of its internal procedures. The model covers IST's 3 major areas of action - Teaching, RD&I, and Technology Transfer - assuming as cross-cutting and support areas all the other strategic focus areas of the school. Certified in 2013 by A3ES, the following quality management tools should be highlighted: the Academic Guide, the QUC (quality assurance sub-system for course units) and R3A (Self Evaluation Annual Reports) which include performance indicators, including those resulting from surveys and other studies. Fully operational for 1st and 2nd cycles, these last tools should be extended to the 3rd cycle briefly.

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

A coordenação e gestão do SIQuIST cabe ao Conselho para a Gestão da Qualidade do IST (CGQ), o qual é dirigido pelo Presidente do IST, ou pelo membro do CG em quem este delegar essas competências.

Compete ao CGQ, no quadro do sistema nacional de acreditação e avaliação, nos termos da lei e no respeito pelas orientações emanadas pelos órgãos do IST, propor e promover os procedimentos relativos à avaliação da qualidade a prosseguir pelo IST no âmbito das atividades de ensino, I&DI, transferência de tecnologia e gestão, bem como analisar o funcionamento do SIQuIST, elaborar relatórios de apreciação e pronunciar-se sobre propostas de medidas de correção que considere adequadas ao bom desempenho e imagem da instituição.

Para além do Presidente do IST integram o CGQ: um docente do Conselho Científico, um docente e um aluno do Conselho Pedagógico, os Coordenadores da Áreas de Estudos e Planeamento e de Qualidade e Auditoria Interna, e o Presidente da Associação de Estudantes do IST.

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

SIQuIST is coordinated and managed by IST's Quality Management Council (CGQ),which is chaired by the President of IST,or by the member of the CG to whom he delegates that power. It is up to the CGQ, under the national accreditation and evaluation framework,and in accordance with the law and in compliance with the guidelines issued by the IST's bodies,to propose and promote the procedures regarding quality evaluation to be pursued by IST under its major activities: teaching,R&DI,technology transfer and management.CGQ is also responsible for examining the functioning of SIQuIST,by elaborating assessment reports and delivering opinions on proposals of corrective measures deemed suitable for the institution's performance and image.CGQ consists of the President of IST,a member of faculty from the Scientific Board,a teacher and a student from the Pedagogical Council,the Coordinators of the Planning and Studies and Internal Quality and Audit Offices and the President of Students' Association.

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

A principal fonte de informação para todos os processos de acompanhamento e avaliação periódica dos CE é o sistema de informação e gestão Fénix, complementado com informação recolhida através de inquéritos à comunidade académica, e outras fontes externas à instituição quando necessário.

O acompanhamento e avaliação periódica dos cursos são feitos através dos mecanismos referidos em 2.2.1, destacando-se os R3A que se traduzem num pequeno documento de publicação anual onde se sintetizam indicadores considerados representativos de três momentos distintos – Ingresso, Processo Educativo e Graduação – que permitem uma visão global e objetiva do curso num determinado ano.

A funcionar em pleno no 1º e 2º ciclos, está em curso a extensão deste documento ao 3º ciclo, permitindo uma visão global e a identificação dos aspetos críticos e constrangimentos de cada curso num determinado ano, estando na base de um relatório síntese anual das atividades das coordenações de curso.

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

The Fénix information and management system is the main source of information for all periodic follow-up and

assessment processes of the study cycles is, complemented with information obtained through surveys targeted at the academic community and other external sources, when necessary. The periodic follow-up and assessment processes of the programs is carried out through mechanisms referred in paragraph 2.2.1, of which the R3A reports are noteworthy, which consist of a short, annually published document that summarizes indicators suitable for three distinct stages—Admissions, Educational Process and Graduation—which allow for a global and objective view of the programme in a given year. Fully operational in the 1st and 2nd cycles, the extension of the R3A to the 3rd cycle is underway. These reports provide an overview of and identify critical aspects and constraints of each program in a given year and constitute the basis for a summary report of the activities of every course coordination board.

2.2.4. Link facultativo para o Manual da Qualidade

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779578430992>

[/Manual%20da%20Qualidade%20IST%20V00-29-05-2012-1.pdf](#)

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

Os resultados do QUC são disponibilizados na sua página, incluindo os principais resultados das auditorias. No final de cada semestre, e para cada UC em observação ou submetida a uma auditoria, são apresentadas as medidas de correção sugeridas e implementadas. É disponibilizado regularmente um outro documento no qual se pode observar a evolução dos resultados do QUC para todas as UC alvo de auditoria desde o ano letivo 2008-2009. Quando uma UC, alvo de auditoria num determinado semestre, tem um período de três anos consecutivos com resultados considerados regulares, deixa de surgir no documento. A decorrer em pleno para os 1ºs e 2ºs ciclos, está em curso a adequação deste sistema para o 3º ciclo.

Em 2015 deu-se início a um processo de monitorização das propostas de melhoria e recomendações da A3ES no âmbito dos relatórios das CAE entregues entre 2011 e 2013. Nos anos seguintes serão monitorizadas as recomendações dos relatórios recebidos a partir de 2014.

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

In order to improve the impact of applying the QUC, the major outcomes of the audit processes are made available on its webpage. At the end of each semester, and for each CU under assessment or going through an audit process, the suggested corrective measures and the measures that were actually implemented are disclosed. Additionally, another document is made available in which one can observe the evolution of the audit results since 2008-2009. When an audited CU shows satisfactory results for three consecutive years, it will no longer be displayed in the monitoring document. This audit system is under way for the 1st and 2nd cycles, and it is now being adapted to 3rd cycle programmes.

In 2015, the IST started a process of monitoring the improvement proposals and recommendations of A3ES, within the framework of the CAE reports delivered between 2011 and 2013. In the coming years the recommendations contained in the reports received after 2014 will be monitored.

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

Não houve nenhuma.

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

There has been none.

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)
9 Salas de estudo/9 Study rooms	593.5
1 Biblioteca/1 Library	929.2
10 Laboratórios exclusivamente para investigação/10 Research laboratories	920.0
2 Salas de informática/2 Computer rooms	71.6

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
Equipamento do Laboratório de Micro e Nanotecnologias do INESC MN / idem	1
- Sala Limpa p/ micro e nanofabricação, equipada com sistemas de litografia - Direct write laser lithography LASARRAY - Direct write e-beam lithography RAITH - UV lithography - sistemas automáticos de deposição por pulverização catódica (sputtering) NORDIKO (2), outros semi-automáticos (3) / idem	9
- Ion beam deposition and milling systems (2) - PECVD thin-film deposition station - Oxide etcher - X-rays diffractometer - Magnetic oven (2) - Electrical testers (3) - Vibrating Sample magnetometer / idem	11
- Wire bonding, electrical, optical and mechanical device characterization, microfluidic fabrication and characterization - Micromachining tools (polishing, grinding, dicing saw, CNT milling, 3D printer. Nanoplotter, plasma asher / idem	5
Infraestruturas de computação do grupo de simulação de sólidos do INESC MN : - Simulation of clusters, liquids, semiconductors, high pressure physics, micromagnetism and code development / idem	1
Equipamento computacional e software do Instituto Tecnológico Nuclear (ITN): - Computadores e programas de cálculo científico para simular o transporte de partículas utilizando métodos determinísticos e de Monte-Carlo / idem	1
Laboratório de Engenharia de Plasmas do Grupo de Descargas e Electrónica dos Gases (GEDG) do Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN) / idem	1
Reactores a plasma - Reactor a plasma de microondas à pressão atmosférica, para a síntese de nanoestruturas 2D de carbono (flocos de grafeno e N-grafeno) - Reactor a plasma de microondas (2.45GHz) à pressão atmosférica, para a síntese de nanodiamantes / idem	2
- Reactor de grandes dimensões a plasma de microondas utilizado na engenharia (funcionalização, dopagem, gravura) de nanoestruturas e na síntese de nano-arquitecturas 3D / idem	1
- Montagem experimental para a excitação de plasma de microondas a baixa pressão, usado como fonte de radiação ultravioleta extrema (EUV) e ultravioleta vácuo (VUV) / idem	1
Sistemas de diagnóstico - Sistema "Two-photon absorption laser-induced fluorescence" (TALIF) para medidas de densidades absolutas de densidades de átomos - Dye laser Quantel TDL90 - Espectrómetros EUV e VUV (8-125 nm) - Horiba Jobin-Yvon Plane Grating Monograph (PGM) / idem	2
- Espectrómetro infravermelho de Transformada de Fourier (FT-IR) - THERMO NIKOLET 5700 - Espectrómetro de massa - SRS RGA200 2008 - Espectrómetro óptico (região visível) equipado com câmara CCD arrefecida a azoto - Jobin-YvonSpex 1250M / idem	3
- Método de diagnóstico de intensidade de campo eléctrico - Vector voltmeter Hewlett Packard 8508A - Método de diagnóstico de infravermelho - Thermal imager FLIR FLIR E60 / idem	2
Laboratório de Plasmas Hipersónicos do Grupo de Descargas e Electrónica dos Gases (GEDG) do Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN) / idem	1
Equipamento e sistemas de diagnóstico - Tubo de choque capaz de produzir plasmas colisionais entre 4 e 12km/s, de 0.1 a 10mbar, pra diferentes composições - Sistema de enchimento de gás para ensaios de combustão H2/H2/O2 a muito alta pressão / idem	2
- Conjunto Espectrómetro visível/Câmara Streak p/ medições resolvidas em tempo (1e-6 s) na gama de 300-850nm - Conjunto Espectrómetro VUV / Câmara Streak para medições resolvidas em tempo (1e-6 s) na gama de 150-300nm (em aquisição) - Fonte de plasma p/ testes e calibração de espectrómetros / idem	3
- Câmara de vácuo (desmontada) - Reflectómetro/Interferómetro 2-18GHz / idem	2
Infraestruturas de computação do Grupo de Lasers e Plasmas (GoLP) do Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN): Cluster de computadores c/ software de visualização desenvolvido pelo IPFN em colaboração com UCLA, especialmente Osiris, código particle-in-cell, e visXD p/ visualização numérica / idem	1
Equipamento do Laboratório de Lasers Intensos do Grupo de Lasers e Plasmas (GoLP) do Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN): Sistema de Lasers de tipo CPA de 15 TW de base Ti:sapphire/Nd:glass, de 1053 nm p/ estudo de fontes de plasma, diode-pumped lasers e amplificação paramétrica / idem	1
Equipamento de electrónica rápida utilizável nos laboratorios de investigação do Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN) / idem	1
Laboratórios integrados no Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN), com base no equipamento do tokamak ISTTOK / idem	1
- Osciloscópio (6) - Bancada Digital (6) - Placa microcontroladora (6) - Multimetro (6) - Tokamak - ATCA DAS - Espectrometro Visível (2) - Laser de corante - Interferometro - Feixe iónico - Sondas magneticas (16) - Sondas eléctricas (9) - Camara de Tomografia (3) - Camara rápida CCD / idem	60
- Maquina feixe-plasma - Analisador espectral (2) - Interferómetro - Sonda Langmuir - Osciloscópio de amostragem - Torno - Maquina CNC de PCBs / idem	8
Equipamento dos Laboratórios de Óptica e Lasers Intensos do Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN) / idem	1
Laboratório de Física de Partículas do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP) / idem	1
- Equipamento experimental instalado no IST para: detecção de muões cósmicos usando diferentes técnicas (cintilação, radiação de Cerenkov); medida do tempo de vida média do muão; tratamento e aquisição de sinais rápidos (NIM, VME, CAMAC e placas especificamente desenhadas p/ o efeito) / idem	1
- Acesso a um laboratório de electrónica rápida instalado no LIP-Lisboa com a possibilidade de desenvolvimento de detectores e instrumentação utilizando FPGAs e que tem a capacidade de prototipagem de electrónica / idem	1

- Acesso a Infraestruturas de computação do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP) - Lisboa; - Desenvolvimento de trabalhos experimentais realizados no LIP em colaboração com experiências do CERN, em Genebra / idem	2
Laboratório de Cristais Líquidos e Matéria Condensada (CeFEMA) / idem	1
X-ray diffraction: - Sample preparation equipment (precision balance, mixers, thermal rule, oven). - X-ray lab including a diffractometer for powder samples, INEL gas curved counter and a temperature control system for the study of phase transitions in liquid crystals / idem	2
Electro-optical characterization: The electro-optical setup is composed by an optical bench equipped with a HeNe laser and computer controlled systems associated with a function generator, voltage amplifier, digital scope, light detectors and temperature variation of sample cells / idem	6
Nuclear Magnetic Resonance: - Conventional 300MHz solid state NMR spectrometer - Bruker AV300C - Avance 300 Console (6MHz- a 365MHz); - Bruker Widebore - Ultra-shielded 7.1 Tesla Superconducting Magnet; - Bruker BE-30 - 0-2.4 Tesla Electromagnet (used with Bruker AV300C Console) / idem	7
- Fast Field Cycling NMR spectrometer for proton relaxation measurements in a very wide proton Larmor frequency range for molecular dynamics studies / idem	1
Atomic force microscopy (AFM): - AFM device from DI with additional magnetic force microscopy (MFM) equipment for nanoscale analysis of materials and surfaces / idem	1
Laboratório de Energia Solar (ICIST) : - Computador e software de simulação e optimização de concentradores solares / idem	1
Laboratório Projeto de Aquisição e Controlo em Detetores (PACD): Estações de trabalho completas com Computadores i7 (4x), Placa de desenvolvimento Altera DE2 (4x) e consola de ensaio digital, DSP, PCI e NIOS II Development Kits, Cyclone II Ed. (Altera), Gerador de Funções AFG3252 (Tektronix) / idem	1
Laboratório de Materiais Semicondutores e Conversão de Energia (LMSCE) / idem	1
Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD), equipped with gases SiH ₄ , PH ₃ /SiH ₄ (2,5%), B ₂ H ₆ /H ₂ (2%), NH ₃ , CH ₄ , H ₂ , Ar.; Plasma Enhanced Reactive Thermal Evaporation (PERTE); Diffusion furnace (up to 1000 °C) – Thermolab, custom-made; Physical Vapor Deposition by thermal evaporation / idem	4
Reactive Ion Etcher (RIE) using SF ₆ and/or O ₂ ; Spinner Laurell WS-650MZ-23NPP; UV exposure system (without micro-alignment); Thermal plate (up to 300 °C); Muffle (up to 300 °C); Ultra-pure water dispenser (Milli-Q – Direct-8); Ultra-sonic bath; Metalographic microscope (1000x max. magn.) / idem	7
Profilometer – Veeco Dektak3 (res. 20 nm); Infra-red spectrophotometer (FTIR) – Shimadzu IRAffinity-1, wavenumber range: 7800 – 350 cm ⁻¹ (res. 0.5 cm ⁻¹); Four-point probe – Veeco FPP 5000; UV-Vis-IR spectrophotometer – Shimadzu UV3100, 180 – 3100 nm (res. 1 nm) / idem	4
Laboratório de Física e Tecnologia dos Semicondutores: UHV pulsed-laser deposition system PLD (custom-made); Laser Nd:YAG with IR line, green line, and 4th harmonic line (model Speser 200, company IB LASER GmbH); Monochromator VIS-IR (model VIS400, company HORIBA) / idem	4
Spectrometer UV-VIS (model H20, company JOBIN-YVON); Two-phase lock-in amplifier (model SR830, company STANFORD RESEARCH); Thermal evaporator (custom-made); Liquid-nitrogen cryostat (company OXFORD INSTRUMENTS). Pico-amperemeter (model 6485, company KEITHLEY) / idem	4

3.2 Parcerias

3.2.1 Parcerias internacionais estabelecidas no âmbito do ciclo de estudos.

Através dos centros de Investigação associados ao Programa Doutoral em Engenharia Física Tecnológica (IPFN, INESC-MN, LIP, CeFEMA, CFTP, CENTRA, ICIST) é possível assegurar colaborações com instituições internacionais de renome como o CERN, JET, ITER, ESO, IPFL ou a ESA, de forma a enquadrar os doutorandos em trabalhos de investigação que aí decorrem e que finalmente se integram nos respetivos projetos doutorais. As colaborações com Universidades e Institutos estrangeiros excedem 94 no total, e adicionalmente contam-se pelo menos 11 colaborações com empresas estrangeiras.

3.2.1 International partnerships within the study programme.

Collaboration with renowned international institutions such as CERN, JET, ITER, ESO, IPFL or ESA is implemented through the research centers and laboratories associated with the Physics Engineering PhD program (IPFN, INESC-MN, LIP, CeFEMA, CFTP, CENTRA, ICIST) by embedding the students from the beginning in collaborative research projects already existing at those centers, which often will lead to their integration in the student's final doctoral project. Collaborations with foreign Universities and Institutes exceeds 60 in total, and also more than 11 collaborations with foreign companies.

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.

As parcerias nacionais promotoras de cooperação interinstitucional no ciclo de estudos decorrem através dos projetos científicos dos professores e investigadores do DF e centros de investigação do IST. Por exemplo, na área da Física da Matéria Condensada e Nanotecnologia existe uma parceria com o Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia (INL) sediado em Braga. No total mais de 11 Universidades e Institutos nacionais colaboram no programa.

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 national partnerships that promote interinstitutional cooperation in the study cycle occur in connection with the various scientific projects which involve the faculty and researchers from the DF and the research centers at IST. An example is the partnership of IST research in the area of Condensed Matter and Nanotechnologies with the Iberian International Nanotechnology Laboratory (INL), located in Braga, Portugal. In total more than 11 national Universities and Institutes collaborate with the program.

3.2.3 Colaborações intrainstitucionais com outros ciclos de estudos.

As colaborações intrainstitucionais com outros ciclos de estudos têm lugar sempre que o Coordenador do programa doutoral veja que um dado aluno precisa frequentar uma disciplina do 2º ciclo em regime propedêutico.

3.2.3 Intrainstitutional collaborations with other study programmes.

The interinstitutional collaborations with other study cycles can take place anytime the doctoral program coordinator deems it necessary that a particular student needs to attend a 2nd cycle curricular unit for recovery purposes.

4. Pessoal Docente e Não Docente

4.1. Pessoal Docente

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - Bruno Miguel Soares Gonçalves

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

Bruno Miguel Soares Gonçalves

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 Pizarro de Sande e Lemos

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

José Pizarro de Sande e Lemos

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - Elena Stefanova Tatarova**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Elena Stefanova Tatarova

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - Mário José Gonçalves Pinheiro**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Mário José Gonçalves Pinheiro

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 Pedro Saraiva Bizarro

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

João Pedro Saraiva Bizarro

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - Nuno Filipe Gomes Loureiro

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

Nuno Filipe Gomes Loureiro

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - João Filipe de Barros Duarte Fonseca

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

João Filipe de Barros Duarte Fonseca

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

Universidade de Lisboa

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

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 - Ruben Maurício da Silva Conceição

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ruben Maurício da Silva Conceição

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
30

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

Mapa VIII - Fernando José de Carvalho Barão

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Fernando José de Carvalho Barão

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

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

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 - Eduardo Jorge da Costa Alves

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Eduardo Jorge da Costa Alves

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

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

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 - Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos

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

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

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 - Gonçalo Nuno Marmelo Foito Figueira

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Gonçalo Nuno Marmelo Foito Figueira

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

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

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 Peixeiro de Freitas

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

Paulo Jorge Peixeiro de Freitas

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - João Pedro Estrela Rodrigues Conde**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

João Pedro Estrela Rodrigues Conde

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - Marta Leitão Mota Fajardo**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Marta Leitão Mota Fajardo

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado convidado ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Vasco António Dinis Leitão Guerra**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Vasco António Dinis Leitão Guerra

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 Pedro Miragaia Trancoso Vaz**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José Pedro Miragaia Trancoso Vaz

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - Mário João Martins Pimenta**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Mário João Martins Pimenta

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - Artur Jorge Louzeiro Malaquias**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Artur Jorge Louzeiro Malaquias

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - Yasser Rashid Revez Omar**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Yasser Rashid Revez Omar

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Júlio Paulo dos Santos Duarte Vieira Henriques**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Júlio Paulo dos Santos Duarte Vieira Henriques

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Reinhard Horst Schwarz**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Reinhard Horst Schwarz

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 Paula Frazão Bordalo e Sá**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Paula Frazão Bordalo e Sá

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - Pedro Jorge dos Santos Assis**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Pedro Jorge dos Santos Assis

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - João Manuel Coelho dos Santos Varela**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

João Manuel Coelho dos Santos Varela

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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 - Luís Miguel de Oliveira e Silva**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Luís Miguel de Oliveira e Silva

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

Universidade de Lisboa

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

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 - Patrícia Carla Serrano Gonçalves

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Patrícia Carla Serrano Gonçalves

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
30

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

Mapa VIII - Carlos Alberto Nogueira Garcia Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Carlos Alberto Nogueira Garcia Silva

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

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

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 - Bernardo Brotas de Carvalho

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Bernardo Brotas de Carvalho

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

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

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 - Jorge Manuel Rodrigues Crispim Romão

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Jorge Manuel Rodrigues Crispim Romão

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

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

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 - Pedro Miguel Félix Brogueira

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Miguel Félix Brogueira

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

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

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 - Bernardo António Neto Gomes Baptista Tomé

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

Bernardo António Neto Gomes Baptista Tomé

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Luís Filipe Moreira Mendes**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Luís Filipe Moreira Mendes

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

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

Vítor João Rocha Vieira

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

Universidade de Lisboa

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

Instituto Superior Técnico

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático convidado ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Marco Jorge Dias Carvalho Cardoso**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Marco Jorge Dias Carvalho Cardoso***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Instituto Superior Técnico***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar convidado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***30***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Horácio João Matos Fernandes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Horácio João Matos Fernandes***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Instituto Superior Técnico***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 Emília Morais da Fonseca e Silva da Costa Manso****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Emília Morais da Fonseca e Silva da Costa Manso***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Instituto Superior Técnico***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](#)**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
Bruno Miguel Soares Gonçalves	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	100	Ficha submetida
José Pizarro de Sande e Lemos	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Elena Stefanova Tatarova	Doutor	CIENCIAS FISICAS	30	Ficha submetida
Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Mário José Gonçalves Pinheiro	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
João Pedro Saraiva Bizarro	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Nuno Filipe Gomes Loureiro	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
João Filipe de Barros Duarte Fonseca	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Ruben Maurício da Silva Conceição	Doutor	Física	30	Ficha submetida
Fernando José de Carvalho Barão	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Eduardo Jorge da Costa Alves	Doutor	Física Nuclear	100	Ficha submetida
Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos	Doutor	CIENCIAS FISICAS	100	Ficha submetida
Gonçalo Nuno Marmelo Foito Figueira	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Peixeiro de Freitas	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
João Pedro Estrela Rodrigues Conde	Doutor	ENGENHARIA ELECTROTECNICA	100	Ficha submetida
Marta Leitão Mota Fajardo	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	30	Ficha submetida
Vasco António Dinis Leitão Guerra	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
José Pedro Miragaia Trancoso Vaz	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Mário João Martins Pimenta	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Artur Jorge Louzeiro Malaquias	Doutor	Engenharia Física	100	Ficha submetida
Yasser Rashid Revez Omar	Doutor	Física	30	Ficha submetida
Júlio Paulo dos Santos Duarte Vieira Henriques	Doutor	FÍSICA DE PLASMAS	30	Ficha submetida
Reinhard Horst Schwarz	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Maria Paula Frazão Bordalo e Sá	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Pedro Jorge dos Santos Assis	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	30	Ficha submetida
João Manuel Coelho dos Santos Varela	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Luís Miguel de Oliveira e Silva	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Patrícia Carla Serrano Gonçalves	Doutor	FÍSICA	30	Ficha submetida
Carlos Alberto Nogueira Garcia Silva	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Bernardo Brotas de Carvalho	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Rodrigues Crispim Romão	Doutor	CIENCIAS, FISICA DE PARTÍCULAS	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Félix Brogueira	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	100	Ficha submetida
Bernardo António Neto Gomes Baptista Tomé	Doutor	FÍSICA	30	Ficha submetida
Luís Filipe Moreira Mendes	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	100	Ficha submetida
Vítor João Rocha Vieira	Doutor	CIENCIAS "FISICA DA MATERIA CONDENSADA"	30	Ficha submetida
Marco Jorge Dias Carvalho Cardoso	Doutor	Física	30	Ficha submetida
Horácio João Matos Fernandes	Doutor	Engenharia Física	100	Ficha submetida

Maria Emília Morais da Fonseca e
Silva da Costa Manso

Doutor

ENGENHARIA ELECTROTECNICA

100

Ficha submetida

3200

<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:	29	90,63

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):	32	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):	32	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:	23	71,88
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
A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico (RADIST)" (Despacho Reitoral nº 4576/2010, DR 2ª Série, nº 51 de 15 de Março), sendo aplicado a cada docente, individualmente e nos períodos estipulados por Lei.

Permite a avaliação quantitativa da atuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflete-se, nomeadamente, sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª Série, N.º 130 de 8 de Julho). O Conselho Coordenador da Avaliação do Docentes (CCAD) do IST, no exercício das competências previstas no RADIST, elaborou um relatório sobre as avaliações de desempenho dos docentes relativas aos períodos 2004-2007, 2008-2009, 2010-2012. Estes relatórios fornecem ampla informação sobre as avaliações realizadas, respeitando escrupulosamente o princípio da confidencialidade dos resultados da avaliação de cada docente estabelecido no artigo 30º do RADIST, e foram objeto de discussão nos diferentes Órgãos do IST. Em resultado desta discussão, da experiência adquirida nas avaliações anteriores e das audiências sindicais, que foram efetuadas nos termos previstos na lei, foram produzidas atualizações do RADIST que foram aprovadas pelos Órgãos competentes do IST e que publicadas em Diário da República em 2013 (Despacho Reitoral no. 262/2013, DR 2ª Série, N.º 4 de 7 de Janeiro de 2013) e está a ser finalizada uma nova revisão que estará em vigor no triénio 2016-2018 que resultou do trabalho de uma comissão eventual do Conselho Científico.

Paralelamente, a avaliação das atividades pedagógicas é efetuada recorrendo ao Sistema de Garantia da Qualidade das Unidades Curriculares. Este sistema baseia-se na realização de inquéritos pedagógicos aos alunos, na avaliação por parte de coordenadores de curso e delegados de curso, na realização de auditorias de qualidade e na elaboração de códigos de boas práticas.

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

The performance assessment of IST teaching-staff relies on the multicriterion system defined in the "Performance bylaw of the IST Teaching-staff" (Rectorial Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied individually to each teacher during the periods established by law. The quantitative assessment of the teaching staff performance is reflected in different strands, namely, on the allocation of teaching tasks that is governed by the Rectorial Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July). Pursuant to the powers and responsibilities conferred upon it under the RADIST, the Coordinating Board for Teacher Evaluation (CCAD) elaborated a faculty performance report for the periods 2004-2007, 2008-2009, and 2010-2012. This report, which provides extensive information on such evaluations, with scrupulous regard for the principle of confidentiality of each teacher's results established in article 30 of RADIST, was discussed in the different bodies of IST. As a result of this discussion, from the experience gained from previous assessments and hearings with trade unions, which were held pursuant to the law, updates to the RADIST were adopted by the relevant bodies of IST and published in the Official Journal in 2013 (Rector's Order No. 262/2013, Official Journal 2nd Series, No. 4 of January 7th 2013) and a new version of the RADIST is now being discussed to be implemented in 2016-2018. This revised version has resulted from the work of an ad hoc committee of the Scientific Council.

In parallel, the teaching activities evaluation is performed using the Quality Guarantee System of the curricular units. This system is based on pedagogic surveys to the students, on the performance evaluation implemented by the course coordinators and student delegates and on quality audits and elaboration of good practice codes.

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

<http://conselhocientifico.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/47/Regulamento-de-avaliacao-de-desempenho-dos-docentes-IST-Alteracao-29Jun2010.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.

Pessoal de secretariado (2) em tempo parcial, dado que apoiam simultaneamente o curso de mestrado MEFT e os programas de Doutoramento em Física e Engenharia Física Tecnológica.

Pessoal técnico e secretariado do Departamento de Física (4) igualmente em tempo parcial, dado que para lá do apoio ao curso MEFT e aos programas de doutoramento, executam também outras funções.

Pessoal técnico e secretariado dos Laboratórios Associados e Centros de Investigação associados ao DF, fazendo parte das equipas de investigação do CENTRA, CeFEMA, CFTP, INESC-MN, LIP, IPFN, C²TN, CERENA, colaborando com o programa doutoral em número e percentagem difícil de determinar, atendendo à natureza das teses de doutoramento.

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

Secretarial staff (2), in partial dedication, since at the same time they must support the Master's MEFT degree and the doctoral programs in Physics and Physics Engineering.

Technical and secretarial staff from the Physics Department (4), also partially dedicated since, besides supporting the MEFT and doctoral programs, they must also perform other department jobs.

Technical and secretarial staff from the Laboratories and Research Centers associated with the DF, members of research teams from CENTRA, CeFEMA, CFTP, INESC-MN, LIP, IPFN, C²TN, CERENA, whose contribution in number and percentage to the doctoral programs is hard to determine taking into account the nature of the doctoral dissertations.

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

Diretor intermédio (coordenador dos serviços administrativos), técnica superior, assistente técnico.

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

Middle director (administrative services coordinator), superior technician, technical assistant.

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

O IST implementa o SIADAP desde a sua criação jurídica, em 2004, tendo atualizado o funcionamento e os procedimentos, com as revisões do sistema de avaliação, em 2007 e em 2013. A avaliação integra os subsistemas:

- de Avaliação do Desempenho dos Dirigentes da Administração Pública - SIADAP 2, aplicado em ciclos de três anos, consoante as comissões de serviço dos avaliados*
- de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública - SIADAP 3, com carácter bienal, a partir do ciclo de 2013-2014.*

Todo este processo foi desmaterializado e está disponível na plataforma de aplicações centrais do IST (.dot), sendo acedido electronicamente pelos vários intervenientes (avaliadores, avaliados, Direção de Recursos Humanos e dirigentes de topo) .

Mais informação disponível na página do IST na Internet (Pessoal/ Direção de Recursos Humanos/Não Docentes/Avaliação (SIADAP)).

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

Active since it was legally created in 2004, IST has updated its functioning and procedures and reviewed the evaluation system in 2007 and 2013. The evaluation includes the following subsystems:

- The System for Performance Assessment of the Senior Officials of the Public Administration (SIADAP 2), applied in three cycles, depending on the service commissions of those evaluated;*

- The System for Performance Assessment of the Public Administration Employees (SIADAP 3), every two years, from 2013-2014.*

This process was dematerialized and is available on the central application form of IST (.dot). Access is made by the different actors (evaluators, evaluated, HR Division, and senior officials) electronically.

Further information available at IST webpage (Staff/Staff Area/Não Docentes/Avaliação (SIADAP))

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

O IST tem uma política de gestão de recursos humanos que afirma a formação como factor crítico para melhorar a performance dos seus profissionais, visando aumentar os níveis de produtividade. A escola dispõe de uma Estrutura de Formação Contínua que tem como uma das suas vertentes de actuação promover e apoiar todas as iniciativas de formação contínua, numa perspetiva de formação ao longo da vida, o que inclui a formação dos funcionários não docentes do IST. Como metodologia de trabalho promovem-se estudos de levantamento de necessidades de formação que dão origem à elaboração de Planos de Formação anuais, sendo de salientar em 2015, a formação em língua inglesa como área estratégica.

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

IST's human resource management policy focuses on training as a critical factor to improve the performance of its employees, in order to increase productivity levels. The Training Office seeks to promote and support all initiatives of continuing training in a perspective of lifelong learning, which includes the staff as target. Firstly, a diagnosis of training needs using an online survey is carried out, which, after being properly analyzed and statistically processed bears the preparation of this assessment. Based on this a training plan is prepared every year. In the year of 2015 courses of English are being developed as a strategic area of training.

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	76
Feminino / Female	24

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	9
24-27 anos / 24-27 years	42
28 e mais anos / 28 years and more	49

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
Doutoramento	45
	45

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	0	30	30
N.º candidatos 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase candidates	0	0	0
Nota mínima do último colocado na 1ª fase / Minimum entrance mark of last accepted candidate in 1st fase	0	0	0
N.º matriculados 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase enrolments	0	0	0
N.º total matriculados / Total no. enrolled students	18	13	3

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)

Os alunos que ingressam no programa doutoral de Engenharia Física Tecnológica são em geral selecionados de entre os melhores alunos do MEFT do IST e dos mestrados em Física e Engenharia de universidades nacionais e estrangeiras.

As notas dos alunos que ingressam no MEFT através do Concurso Nacional de Acesso ao Ensino Superior foram em 2015 superiores a 18.23, as mais altas a nível nacional em cursos de Física ou Engenharia Física. Compreende-se assim o alto patamar de qualidade exigido dos alunos que prosseguem os seus estudos com um doutoramento em Engenharia Física Tecnológica.

Muitos alunos são recrutados através dos programas doutorais da FCT, apoiados no Programa Doutoral em Engenharia Física Tecnológica, como:

- Programa Avançado em Ciência e Engenharia dos Plasmas (APPLAuSE)
- Rede Internacional de Doutoramentos em Física das Partículas, Astrofísica e Cosmologia (IDPASC)
- Programa Doutoral em Física e Matemática da Informação (DP-PMI)
- Programa Doutoral em Microsistemas Integrados Avançados (AIM)

e o programa doutoral internacional que inclui o IST e as universidades de Pádua and Napoles Federico II, Itália, Ludwig Maximilians University, Munique, Alemanha e Tampere University of Technology (TUT), Finlândia:

- JOINT Doctorate and NETWORK in Fusion Science and Engineering

resultando num grande nível de internacionalização dos alunos (com o recrutamento de uma percentagem superior a 50% de estudantes estrangeiros).

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

The students that enroll in the doctoral program in Physics Engineering are in general selected from a pool of the best MEFT students or MSc graduates in Physics and Engineering from national or foreign universities.

In 2015 the minimal grade for students accepted for the MEFT course through the National Ranking for Higher Education Access was 18.2/20, the highest for all Physics or Physics Engineering courses at a national level. This has been a prevalent trend also in the past and speaks for the high standard of quality required of the students that choose to proceed their studies with a PhD in Physics Engineering.

Many students are also enlisted through the FCT doctoral programs which are supported in the Physics Engineering PhD program, such as the:

- Advanced Program in PLASMA Science and Engineering (APPLAuSE)**
- International Doctorate Network in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology (IDPASC)**
- Doctoral Program in Physics and Mathematics of Information (DP-PMI)**
- Doctoral Program in Advanced Integrated Microsystems (AIM)**

and the international doctoral program involving the IST and the Universities of Padova and Napoli Federico II, Italy, Ludwig Maximilians University, München, Germany and Tampere University of Technology (TUT), Finland:

- JOINT Doctorate and NETWORK in Fusion Science and Engineering

and as a consequence there is a high level of internationalization of the students (upwards of 50% in foreign student enrollment).

5.2. Ambientes de Ensino/Aprendizagem

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

Os estudantes são apoiados pelo Coordenador do ciclo de estudos e pelos respetivos supervisores científicos na definição das unidades curriculares que integram o respetivo curso de doutoramento.

Ao fim de 2 anos de trabalho, os estudantes têm de fazer a apresentação pública de uma proposta de tese, a qual é avaliada por uma comissão de acompanhamento de tese (CAT) nomeada para o efeito.

Esta comissão, constituída por investigadores especialistas da área científica e que inclui o supervisor científico, dá aconselhamento sobre o prosseguimento dos trabalhos e faz o acompanhamento dos progressos obtidos pelo estudante. Em geral, os membros da CAT integram mais tarde o júri das provas de doutoramento.

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

Students are supported by the program coordinator and their scientific supervisors for the definition of the curricular units that will specifically integrate their doctoral course. After two years of graduate work, students must formulate a PhD thesis proposal and make its public presentation before a supervisory committee (CAT), which is tasked with its evaluation and is specifically formed for each student. This CAT committee, which is composed of researchers with specializations in the scientific area of the student's thesis and also includes his scientific adviser, will counsel and accompany the student's progress through the doctoral program. As a rule, the CAT members will be integrated in the jury of the doctoral exam.

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

Todos os alunos são acolhidos em centros de investigação credenciados pela FCT, associados ao Departamento de Física, onde desenvolvem as respetivas atividades de investigação.

Nestes centros são promovidas ações que facilitam a integração dos alunos, tais como seminários regulares de investigação, reuniões dos grupos de investigação e encontros informais de natureza científica.

Para lá das atividades desenvolvidas no âmbito dos centros de investigação, o departamento organiza um Colóquio semanal sobre todas as áreas científicas do programa doutoral, e faculta uma participação dos alunos numa atividade docente através da disciplina Ensino e Divulgação Científica – DF.

A iniciativa "PhD OpenDays" organizada pelo IST oferece, durante 4 dias e a mais de 500 alunos de doutoramento, uma oportunidade de socializar e partilhar experiências com o resto da comunidade académica e também com empresas externas que participam no evento.

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

Every student in this doctoral program is placed in a research center, certified by the FCT and associated with the Physics Department, where he will conduct his research activities. These centers organize regular events and activities that facilitate the student integration process in their scientific community, such as research seminars, research group reunions and informal scientific gatherings.

Besides these research center activities, the Physics Department organizes a weekly Colloquium with topics covering all scientific areas of the doctoral program, and also enables students to participate in a teaching activity through the curricular unit "Outreach and Teaching Skills – DF".

The IST also organizes the "PhD Open Days" initiative which lasts 4 days and offers to more than 500 PhD students an opportunity to socialize and share experiences with the larger academic community and also with outside enterprises and companies that attend the event.

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

O Núcleo de Parcerias Empresarias do IST dinamiza as relações com as empresas, o apoio ao empreendedorismo e o desenvolvimento de carreiras dos alunos. Neste âmbito mantém os programas: IST Job Bank (plataforma de emprego); IST Career Sessions (sessões de informação sobre os processos de recrutamento); IST Career Workshops (ações de formação de preparação para o recrutamento para as quais é realizado o concurso de bolsas IST Career Scholarships); IST Career Weeks (semanas de apresentação das empresas divididas por área); AEIST Jobshop (feira e semana de negociação de emprego) IST Summer Internships (estágios de verão em empresas). No fomento ao empreendedorismo destaca-se: a Comunidade IST SPINOFF com empresas cujas origens estão ligadas ao IST e o fundo de capital de risco ISTART I promovido pelo IST. Coordena também os múltiplos eventos ligados ao empreendedorismo que ocorrem regularmente no IST e faz a ligação às incubadoras associadas ao IST: Taguspark, Lispolis e Startup Lisboa.

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

The Corporate Partnerships Unit of IST seeks to foster the relationship with companies, the support to entrepreneurship and the development of student careers. Thus, it maintains the following programs: IST Job Bank (recruitment platform); IST Career Sessions (information sessions regarding the recruitment processes); IST Career Workshops (training actions for the preparation of recruitment for which the IST Career Scholarships are available); IST Career Weeks (company presentations divided by area); AEIST Jobshop (employment fair and negotiation week) IST Summer Internships (student internships in companies). Regarding fostering entrepreneurship, the following should be pointed out: the IST SPINOFF Community with companies whose origins are linked to IST and the venture capital fund ISTART I promoted by IST. It is also responsible for coordinating all the events linked to entrepreneurship that takes place at IST and links it to IST associated incubators: Taguspark, Lispolis and Startup Lisboa.

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

No âmbito do sistema de gestão da qualidade do IST (ver 2.2 para mais detalhes) foi desenvolvido o subsistema de Garantia da Qualidade das Unidades curriculares do IST (QUC). Tem como objetivos centrais a monitorização em tempo útil do funcionamento de cada UC, face aos objetivos para ela estabelecidos, nos planos curriculares dos cursos oferecidos pelo IST, e a promoção da melhoria contínua do processo de ensino, aprendizagem e avaliação do aluno e do seu envolvimento no mesmo. Um dos instrumentos previsto no QUC é um inquérito aos estudantes, recolhendo opiniões sobre vários aspetos do processo de ensino e aprendizagem de cada UC. Nas UC do 3º ciclo, este instrumento tem-se revelado ineficiente, devido à dispersão de alunos pelas diversas opções de UC de 3º ciclo, o nº reduzido de respostas, tem originado falta de representatividade. Está prevista para breve uma reflexão sobre esta temática com o objetivo de criar um instrumento de avaliação alternativo.

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

Under the quality management system in place at IST (vide 2.2 for further details), a course unit Quality Assurance Subsystem was developed, known as QUC, which primarily aims at monitoring in a timely manner the functioning of course units compared to the objectives set in the curricula of the programmes taught at IST, and promoting the continued improvement of the teaching, learning and student assessment process and student involvement in it. A student survey is conducted which gathers together opinions about several aspects of each course unit teaching and learning process. In 3rd cycle course units, this tool has appeared inefficient due to the dispersion of students by the different of 3rd cycle course unit options and the low response rate. A reflection with the purpose of creating an alternative assessment tool is expected shortly.

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

O IST continua empenhado em reforçar a sua internacionalização, estratégia assente em redes internacionais de referência: CLUSTER, MAGALHÃES, TIME e CESAER. Os programas de Mestrado e Doutoramento, na presença de pelo menos 1 aluno que não fale português, são ministrados na Língua Inglesa, factor competitivo que atrai alunos do mundo inteiro. O IST oferece 51 duplos graus, mais de 500 acordos/protocolos internacionais com cerca de 1000 alunos envolvidos em mobilidade internacional. O IST participa no programa Erasmus Mundus 2 (18 em curso, de momento), tendo também atividade em JMD, JDD e outros projetos do Erasmus +. Nos últimos 2 anos, no âmbito da rede Cluster, o IST preside à SEEP (Sino-European Platform) que consolida relações de parceria com 18 IES chinesas.

Prosseguindo o forte envolvimento nas parcerias com o MIT, CMU, UTAustin e EPFL. O IST reforçou o papel ativo na KIC Innoenergy. No âmbito dos programas de mobilidade o período de estudos é reconhecido através do sistema ECTS.

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

Through international reference networks such as CLUSTER, MAGALHÃES, TIME and CESAER, IST remains committed to reinforcing its internationalization policy. Its MSc and PhD programmes are taught in English if attended by one student who does not speak Portuguese, which attracts students worldwide. IST offers 51 double degrees, more than 500 international protocols with approximately 1000 students involved in international mobility. IST participates in the Erasmus Mundus 2 programme (there are currently 18 ongoing), and in JMD, JDD and other Erasmus + projects. Over the past 2 years, under the Cluster Network, IST has chaired the SEEP (Sino-European Platform) which is geared for increasing and consolidating relationships and partnerships with 18 Chinese HEIs. Pursuing a strong involvement in partnerships with MIT, CMU, UTAustin and EPFL, IST has reinforced its active role at KIC Innoenergy. Under the scope of mobility programmes, study periods are recognized through the ECTS system.

6. Processos

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

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

O doutoramento em Engenharia Física Tecnológica visa o aprofundamento do conhecimento em áreas específicas da Engenharia Física e em áreas de fronteira com outros ramos do conhecimento e capacidade de produção tecnológica.

Tem como objetivo a habilitação para o desempenho de atividades de investigação científica e desenvolvimento tecnológico independente, de qualidade internacionalmente reconhecida, em instituições de ensino superior, laboratórios de investigação, no sector empresarial e em serviços da administração pública.

A operacionalização destes objetivos é feita através de duas componentes principais:

(i) A componente curricular, que é constituída por unidades curriculares de base científica adequadas à formação numa dada área especializada, fornece um ensino orientado para o desenvolvimento da criatividade do aluno e das suas capacidades para resolver novos problemas, estimulando-o a pesquisar e a cultivar a excelência e a originalidade.

(ii) A componente de investigação científica, que se realiza em colaboração com centros e laboratórios associados ao programa ou com a realização de estágios em laboratórios estrangeiros, inclui a participação em conferências, a produção de artigos científicos para publicação em revistas internacionais e finalmente a defesa de uma tese de doutoramento.

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

The Ph.D. program in Physics Engineering strives toward the enhancement of science in the specific domains of Physics Engineering and also in areas that overlap with other branches of knowledge and technological expertise.

Its goal is to provide students with the skills for independent and excellent performance in scientific research and technological development activities that are internationally recognized, either in higher education institutions, research laboratories, in the industry or in the public service.

This is achieved through an education with two main components:

(i) The curricular component, with course units providing and instruction with the appropriate scientific basis for each specialized area of the program. Teaching is oriented towards the development of student's creativity and ability to solve new problems, stimulating him to do research and to embrace a culture of excellence and originality.

(ii) The scientific research component, which takes place in collaboration with the program's associated centers and laboratories or via internships in foreign laboratories and institutions, and includes participation in science conferences, the production of scientific articles to be published in international journals and finally the presentation and discussion of a Ph.D. thesis.

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

As revisões curriculares não têm periodicidade pré-determinada. As revisões curriculares - propostas pelas

coordenações de curso, ouvidas as comissões científicas e pedagógicas de curso, e submetidas a parecer do conselho científico, pedagógico e de gestão – são efetuadas sempre que há necessidade de atualizar conteúdos programáticos das unidades curriculares, necessidade de otimizar percursos académicos ou imposições exógenas ao curso, tais como atualização de áreas científicas ou disciplinares, criação ou extinção de unidades académicas.

- 6.1.2. Frequency of curricular review and measures to ensure both scientific and work methodologies updating. *Curriculum review is not carried out on a regularly basis. The curricula, proposed by the program coordinators, in consultation with the scientific and pedagogical committees of each program and submitted to the opinion of the scientific, pedagogical and management boards – undergoes reviews whenever there is the need to update the syllabuses, to optimize academic paths or obligations that are exogenous to the program, such as the update of scientific or discipline areas or the creation or extinctions of academic units.*

6.2. Organização das Unidades Curriculares

6.2.1. Ficha das unidades curriculares

Mapa X - Astropartículas

6.2.1.1. Unidade curricular: *Astropartículas*

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo): *Mário João Martins Pimenta (0.00)*

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes): *Introduzir o aluno ao mundo da física das astropartículas. Perceber os principais temas de investigação teóricos e experimentais neste campo. Elaborar, num caso concreto, o esboço de uma proposta preliminar de uma experiência.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit: *A first introduction to the astroparticle world. Understand the main experimental and theoretical subjects of research in this field Make, in a specific subject, a first preliminary draft of an experiment.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos: *O Modelo Padrão e suas extensões Um espaço-tempo curvo. Um gás de partículas relativistas e não relativistas. Modelos Cosmológicos simples: Universos de radiação, matéria e vacuo. A expansão do Universo: SN cosmological Project. Etapas do big-bang: Nucleosíntese e Recombinação A Formação de Estruturas Universo Homogéneo/Heterogéneo CMB e Large Scale Structures. As sondas que vêm do Universo: Raios cósmicos hadrónicos, Astronomia gamma, Neutrinos, Ondas gravitacionais, A matéria Escura.*

6.2.1.5. Syllabus: *The Standard Model of Particle Physics The curvature of space-time Cosmological models The expansion of the Universe. SN cosmological Project. The big-bang, CMB e Large Scale Structures. The probes from the Universe: Charged cosmic rays, gamma rays, Neutrinos, gravitational waves. The Dark matter.*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. *O programa cobre os estudos principais da atividade científica da área da Física de Partículas, o que corresponde ao objetivo da unidade curricular.*

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives. *The program covers the principal studies of the scientific activity in the area of Particle Physics, which corresponds to the goal of the course unit.*

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Dependendo do número de alunos inscritos, esta cadeira tem uma componente lectiva clássica correspondente às aulas de introdução geral, seguida por uma componente tutorial em que o aluno é confrontado com alguns artigos que deve estudar e posteriormente discutir. A meio do semestre é escolhido um tópico de desenvolvimento que será apresentado pelo aluno, no final do semestre num seminário de 30 minutos, constituindo também a avaliação da unidade curricular.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Depending on the number of students enrolled, this course has a classical teaching component corresponding to general introductory classes, followed by a tutorial component in which the student is faced with some articles that he needs to study and discuss later. At midterm, the student choose a topic to develop and to be presented in a 30 minute seminar at the end of the semester, which is also part of the course unit evaluation.

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

Esta cadeira dada a sua especificidade exige um acompanhamento individual dos alunos, pelo que um seguimento semi-tutorial se afigura como o mais adequado. A avaliação enquadra-se no contexto deste ensino.

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

Due to its specificity, this course requires an individual monitoring of students, thus we consider that a semi-tutorial follow-up is the most appropriate. The evaluation fits into the context of this teaching.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Cosmology and Particle Physica, Lars Bergstram and Ariel Goobar , 1999, ISBN 0471970425 ; Particle Astrophysics , Donald Perkins , 2003, ISBN 0198509529

“ An introduction to particle and Astroparticle Physics” Alessandro De Angelis, Mário Pimenta, Springer

Mapa X - Nanotecnologias e Nanoelectrónica**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Nanotecnologias e Nanoelectrónica

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

Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas (0.00)

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

não aplicável

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

Dar ao aluno uma síntese de conhecimentos sobre materiais, princípios de funcionamento e desafios tecnológicos para integração de estruturas micro e nanofabricadas utilizando materiais semicondutores e materiais magnéticos. Introdução a nanopartículas (pontos quânticos, partículas magnéticas) e nanotubos de carbono, e sua manipulação em chip. Demonstração da aplicação de nanodispositivos à biologia: plataformas de deteção de reconhecimento biomolecular e neuroelectrónica.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide the students with a view of advanced materials, operation principles and technological challenges for the integration of semiconductors and magnetic materials in nano and microdevices. Introduction to nanoparticles (quantum dots, magnetic nanoparticles) and carbon nanotubes, and its manipulation in chip. Demonstration of nanodevice functionalities in biological applications: biomolecular recognition platforms and neuroelectronics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Materiais semicondutores (3D): diodo, transistor. Integração industrial de CMOS.

2- Tecnologias após-CMOS: semicondutores 2D, 1D.

3- Electrónica orgânica e cristais líquidos: materiais, funcionamento, tecnologia.

4- Materiais magnéticos. Ferromagnetismo. Ressonância magnética. Filmes finos, heteroestruturas.

5- Dispositivos magnéticos: disco duro, MRAM, sensores. Minimização de energia.

- 6- *Manipulação de nanopartículas com campos eléctricos e/ou magnéticos. Equações movimento em microcanais.*
- 7- *A Nanotecnologia e plataformas integradas com detecção óptica (Foto Diodos), mecânica (MEMS), magnetoresistiva, eléctrica (transístores). Electrónica integrada (CMOS).*
- 8- *Neuroelectrónica. Transmissão de informação no neurónio. Potencial de acção. Electrodo para implantes transcranianos. Dispositivos memresistivos, computação neuromórfica.*
- 9- *Visita à sala limpa INESC MN. Demonstração de processos de micro e nano fabricação.*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. *Semiconductor materials (3D): Heterostructures: diode, transistor. Industry roadmap for CMOS.*
- 2. *Post-CMOS devices: 2D, 1D semiconductors. Semiconductor quantum dots.*
- 3. *Organic electronics and liquid crystals: materials, operation, technological integration.*
- 4. *Magnetic materials. 3d transition metal ferromagnetism. Magnetic resonance. Magnetic thin films.*
- 5. *Spintronic devices: hard disk, magnetic memories (MRAM), sensors. Energy minimization.*
- 6. *Nanoparticle manipulation: magnetophoresis, dielectrophoresis. Trajectory in microchannels.*
- 7. *Nanotechnology and integrated platforms for biomolecular recognition detection, based on optical, mechanical (MEMS), spintronic (magnetoresistive), electrical (transistor). Integrated electronics (CMOS).*
- 8. *Neuroelectronics. Information transmission in neurons. Electrodes for transcranial implants. Memristors and neuromorphic computation.*
- 9. *INESC MN clean room visit. Demonstration of micro /nanofabrication technologies.*

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

A unidade curricular (NN) dota os alunos dos principais aspectos das nanotecnologias e aborda vários tópicos em Física, que serão explorados para explicar e compreender o funcionamento de tecnologias actuais. Exploram-se as propriedades físicas dos materiais, princípios de funcionamento de estruturas micro e nanofabricadas utilizando materiais semicondutores/magnéticos. Pretende-se dar uma perspectiva sobre os desafios e estado-da-arte em nanoelectrónica e nanotecnologias, com uma introdução a nanopartículas e sua manipulação em chip. Solicita-se aos alunos a resolução de exercícios de aplicação com cálculo analítico e numérico. Abordam-se algumas das técnicas que permitem fabricar e caracterizar as nanoestruturas estudadas. Explora-se áreas multidisciplinares, com a demonstração da aplicação à biologia. Os conhecimentos desta UC abrem perspectivas de investigação nas áreas relacionadas com física aplicada, aplicações biomédicas e nanosistemas.

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

The curricular unit (NN) provides the main aspects of nanotechnologies. The UC focus on several Physics topics and aims to understand the working principles and/or explore their applicability in modern technological devices. The physical properties of materials, functional mechanisms of micro-nanofabricated structures based on semiconductor/magnetic materials are explored. One objective is to provide a view of the challenges and state-of-the-art in nanoelectronics and nanotechnologies, with an introduction to nanoparticles and on-chip manipulation. The students are asked to use the concepts while solving problems in analytical and numerical basis. Some of the nanofabrication and characterization techniques are presented. The multidisciplinary profile of nanoelectronics is demonstrated through biological applications. NN offers the MEFT students a unique perspective for research in areas related with applied physics, biomedical applications and nano-systems.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC envolve um conjunto de metodologias de ensino, que tentam cobrir várias áreas de desenvolvimento pedagógico essenciais à formação de um engenheiro. De seguida apresentam-se sucintamente cada uma dessas metodologias:

- *Durante as aulas é feita a análise de vários casos de estudo reais, identificando diferentes problemas abordando as várias temáticas da UC.*
- *Estudo e dimensionamento de um dispositivo, onde são definidos os princípios de funcionamento, descritos os processos de fabrico e metodologias para implementação de uma solução funcional/viável. Apresentação da discussão do caso através de relatório e apresentação oral;*
- *Resolução de exercícios práticos relacionados com os conteúdos da UC, baseados em situações reais;*
- *Testes escritos, onde se incluem problemas reais que devem ser analisados à luz do que foi leccionado na UC.*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This UC involves numerous teaching methodologies, trying to cover several areas of educational development crucial to the formation of an engineer. These methodologies are briefly presented in the following points:

- *During classes a regular analysis of real case studies focus in several contents from the course and its discussion.*
- *Study and dimensioning of a device, including the description of the physical principles of operation, nanofabrication processes and methodologies for realizing the device through a functional/viable solution. Presentation of the project in a written report and oral presentation.*
- *Resolution of practical exercises related to the contents of the UC, using realistic parameters;*
- *Written Tests, with problems inspired in real cases that should be analyzed based on what is taught.*

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

Com esta UC é possível aos alunos reconhecer conceitos, identificar desafios e propor aplicações tecnológicas baseadas em nanoelectrónica. Os alunos são expostos aos desafios em implementar os princípios fundamentais estudados, do ponto de vista de operacionalidade e fabricação. As metodologias de aprendizagem utilizadas na UC incluem a discussão de dispositivos realistas, exercícios e teste final.

A descrição e dimensionamento de dispositivos funcionais permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, aplicados à tecnologia do dia-a-dia, identificando as dificuldades em realizar os modelos teóricos e atingir especificações necessárias à sua implementação. A resolução de exercícios práticos permite a aplicação dos conteúdos programáticos em exemplos concretos em nanoelectrónica. Os testes de avaliação e exame final são individuais para testar a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar e resolver problemas.

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

With this UC the students should be able to identify concepts, challenges, and propose better solutions using nanoelectronics for technological applications. The students are introduced to the operational and nanofabrication challenges related with the application of the fundamental concepts.

The teaching methodologies will be explored from the use of case-studies, passing through the resolution of practical exercises and a final test.

The study of realistic and functional devices allows students to understand the syllabus, applied to daily technologies, resulting in a critical analysis of the practical implementation and realization with realistic specifications. Additionally the use of practical exercises, also allows the application of the syllabus in several examples illustrative of the nanoelectronics area. The summative tests and written final exam are individual proofs to testing the student's ability to integrated, interprets and solve problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal

- *Título :Nanoelectronics and Information Technology*
- *Autor(es):Rainer Waser (Ed)*
- *Ano:2003*
- *Referencia:Wiley-VCH*

Secundaria

- *Título : Theory of Magnetic Recording*
- *Autor(es):N. Bertram*
- *Ano:1994*
- *Referencia: Cambridge University Press*

Secundaria

- *Título : Magnetoelectronics*
- *Autor(es):Mark Johnson (Ed)*
- *Ano:2004*
- *Referencia: Elsevier Acad. Press.*

Secundaria

- *Título : Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials*
- *Autor(es): Helmut Kronmuller and Stuart Parkin (Ed)*
- *Ano:2007*
- *Referencia: John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-02217-7.*

Mapa X - Complementos de Microtecnologias

6.2.1.1. Unidade curricular:

Complementos de Microtecnologias

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

Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas (0.00)

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

não aplicável

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

Introdução às tecnologias de micro e nanofabricação utilizadas no fabrico de memórias magnéticas MRAMs, circuitos

integrados, biosensores, cabeças de gravação e microsistemas. Os tópicos abordados nas aulas são complementados com a realização de trabalhos na Sala Limpa do INESC MN (classe ISO 4/5).

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Introduction to micro and nanofabrication techniques used for magnetic memories MRAMs, integrated circuits, biosensors, magnetic read heads and MEMS. The topics are supported by experimental work at the INESC MN's Clean Room (ISO 4/5).

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1) *Salas Limpas: especificações técnicas, regras de segurança, classificação (ISO).*
- 2) *Técnicas de litografia: Resolução e dimensões mínimas. Escrita directa, alinhamento multinível, máscaras . Requisitos da indústria.*
- 3) *Técnicas de transferência de padrões: 1) Substractivas (Etching) e 2) Aditivas (Lift-off).*
- 4) *Técnicas de vácuo: princípios e tecnologias*
- 5) *Deposição de filmes finos metálicos e dielétricos. Requisitos da indústria.*
- 6) *Micromaquinação de estruturas MEMS: aplicação em agulhas e microactuadores (MEMS).*
- 7) *Técnicas de planarização local e global. Aplicação a arquitecturas de memórias MRAM e CMOS.*
- 8) *Introdução às técnicas de caracterização de materiais e microestrutura.*
- 9) *Microsistemas para fluidos: fabrico de microcanais, materiais, técnicas para selagem irreversível entre superfícies.*
- 10) *Requisitos da indústria de gravação magnética, MRAMs, biosensores e microsistemas.*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1) *Clean rooms: technical specifications, security rules, classification (ISO).*
- 2) *Lithography techniques. Resolution and minimum features. Direct write, multilevel alignment, hard masks, software masks. Industry requirements.*
- 3) *Techniques for pattern transfer: 1) Subtractive: (Etching), 2) Additive (Lift-off). Dimensions, materials, resist profiles, features profile.*
- 4) *Metal and dielectric film deposition: sputtering (PVD), ion beam (IBD), chemical vapour deposition (CVD), evaporation, electrodeposition. Industry requirements.*
- 5) *Micromachining for microsystems definition: application for sharp probes, MEMS actuators.*
- 6) *Local and global planarization techniques: application to MRAM, CMOS architectures.*
- 7) *Introduction to the techniques for material and microstructures characterization.*
- 8) *Microsystems for fluidics: microchannel fabrication, materials, irreversible surface bonding.*
- 9) *Requirements of the magnetic recording, MRAM, biosensors, MEMS industries.*

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

A unidade curricular (TMN) apresenta os conceitos essenciais das técnicas usadas em micro e nanotecnologias. A UC aborda várias metodologias e técnicas experimentais usadas para fabricar sistemas sub-micrométricos. Exploram-se as propriedades físicas dos materiais, técnicas para definição de estruturas sub-micrométricas e metodologias para integração em dispositivos funcionais modernos. Abordam-se algumas das técnicas que permitem fabricar e caracterizar as nanoestruturas. Pretende-se dar uma perspectiva sobre os desafios e estado-da-arte em microtecnologias, com uma finalidade industrial de produção em escala. Solicita-se aos alunos o desenvolvimento de um processo de micro-nanofabricação na Sala Limpa, sendo uma oportunidade única no IST para aplicarem os conteúdos da UC em ambiente de laboratório, com equipamentos industriais e em contacto com investigadores. Exploram-se aplicações em áreas multidisciplinares, abrindo perspectivas de investigação.

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

The curricular unit (TMN) provides the concepts related with techniques used in micro and nanotechnologies. The UC focus on methods and techniques involved in the fabrication of sub-micrometric systems. The physical properties of materials, the techniques for patterning sub-micrometric features and their integration into modern functional devices are explored. Some of the nanofabrication and characterization techniques are presented. One objective is to provide a view of the challenges and state-of-the-art in micro and nanotechnologies, with the requirements for large scale industrial production. The students are asked to use the concepts while developing a micro-nanofabrication process in a Clean Room, which is a unique opportunity at IST to apply concepts in a laboratory environment, using industrial machines, and side by side with researchers. The multidisciplinary profile of TMN is demonstrated through several applications, opening the students a view over research.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC envolve um conjunto de metodologias de ensino, que tentam cobrir várias áreas de desenvolvimento pedagógico essenciais à formação de um engenheiro, usando as metodologias:

- *Durante as aulas teóricas descrevem-se e discutem-se várias técnicas experimentais e respectivos princípios físicos.*

- Os alunos aplicam os conhecimentos na Sala Limpa, ao realizar as etapas de microfabricação de um dispositivo. São expostos a várias técnicas experimentais, e métodos, e incentivados a analisar os processos individualmente. Nos relatórios, cada grupo mostra conhecimento sobre os processos para implementação de uma solução funcional/viável.
- Apresentação do processo de fabrico, numa apresentação oral onde são questionados pelos critérios de validação de cada passo do processo, e globalmente.
- Testes escritos, onde se incluem problemas reais que devem ser analisados por cada aluno individualmente à luz do que foi leccionado na UC.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

- This UC involves numerous teaching methodologies, trying to cover several areas of educational development crucial to the formation of an engineer. These methodologies are briefly presented in the following points:*
- Theoretical classes offer a description and analysis of several experimental techniques and corresponding physical principles.
 - During the experimental classes the students apply the contents of the UC to microfabricate a functional device. Here they have access to several techniques and have active learning through the individual process steps. The regular reports are an opportunity for the students in group to consolidate the concepts behind realizing a functional/viable device.
 - Presentation of the project orally, where the group is questioned about the techniques and validation criteria used during the step-by-step fabrication, and the global process.
 - Written Tests, with problems inspired in real cases that should be analyzed based on what is taught.

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

Com esta UC é possível aos alunos reconhecer conceitos e desafios associados aos métodos experimentais em microtecnologias. Os alunos são expostos a vários desafios de operacionalidade e fabricação. As metodologias de aprendizagem utilizadas na UC incluem a discussão dos processos experimentais individuais e também da estratégia global usados no fabrico de um dispositivos real, e testes de avaliação. A interpretação e discussão da estrutura de fabricação e dimensionamento de um dispositivo funcional permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, e os apliquem em ambiente privilegiado de Sala Limpa na realização de uma sequência de passos que constróem um dispositivo funcional. Os testes de avaliação e exame final são individuais para testar a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar e resolver problemas.

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

With this UC the students should be able to identify concepts, challenges, related with the experimental methods used in microtechnologies. The students are introduced to the operational and nanofabrication challenges. The teaching methodologies will be explored from the discussion of individual techniques, passing through the global methodology for a device fabrication, and a final test. The study and discussion of the fabrication methods and dimensioning of functional devices allows students to understand the syllabus, and use them in practice under a privileged environment of a Clean Room for realization with realistic specifications. The summative tests and written final exam are individual proofs to testing the student's ability to integrated, interprets and solve problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal

- *Título :Nanoelectronics and Information Technology*
- *Autor(es):Rainer Waser (Ed)*
- *Ano:2003*
- *Referência:Wiley-VCH*

Secundária

- *Título : VLSI technology*
- *Autor(es): S.M.Sze*
- *Ano:1994*
- *Referência: McGraw Hill International Editions*

Secundária

- *Título : Handbook of thin film deposition processes and techniques Principles, Methods, Equipment and Applications*
- *Autor(es): Krishna Seshan (Ed)*
- *Ano:2002*
- *Referência: Noyes Publications / William Andrew Publishing, ISBN: 0-8155-1442-5*

Mapa X - Spintronics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Spintronics

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas (49.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introdução aos materiais magnéticos usados em nanoelectrónica. Introdução às propriedades de transporte em ferromagnetes 3d. Válvulas de spin e junções de efeito túnel de spin. Armazenamento magnético de dados. Memórias magnéticas MRAMS. O transistor de spin e o diodo de spin. Dinâmica de spin. Nano-osciladores.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Introduction to ferromagnetic materials. Transport properties in 3d ferromagnets. Spin valves and magnetic tunnel junctions. Magnetic data storage. Magnetic memories MRAMS. Spin transistors and spin diodes. Spin dynamics. Spin transfer and nano-oscillators.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
I. Materiais ferromagnéticos. O modelo de campo médio e a temperatura de Curie. A curva de Slater Pauling. O critério de Stoner e ferromagnetismo itinerante. Modelo de banda unica /separada. Anisotropia magnetocristalina. O modelo de Stoner Wolfarth e o ciclo de histerese.
II. Materiais antiferromagnéticos. Temperatura de Néel. Acoplamento de troca e temperatura de bloqueio.
III. Transporte em metais ferromagnéticos 3d. Magnetoresistência . Acumulação de spin.
IV. Campos desmagnetizantes. Barras/ filmes magnetizados (retângulos, elipses).
V. Armazenamento magnético de dados. O disco duro. Meios magnéticos. Cabeças indutivas de filme fino. Cabeças de leitura magnetoresistivas.
VI. Memórias magnéticas MRAM. Inversão de magnetização com linhas de corrente, termicamente, ou transferência de spin.
VII. Nano-osciladores (GHz) controlados por correntes DC-emissão de ondas de spin em nanocontactos magnéticos.

6.2.1.5. Syllabus:
I. Ferromagnetic materials. Mean free model and Curie temperature. Ferromagnetism in 3d transition metals. The Slater Pauling curve. The Stoner criterion for itinerant ferromagnetism. Ferromagnetic 3d alloys. The common /split band models. Magnetocrystalline anisotropy. Stoner Wolfarth model, hysteresis cycle. Magnetic domains and domain walls.
II. Antiferromagnetic alloys. Neel temperature. Exchange coupling. The exchange field and blocking temperature.
III. Transport in 3d ferromagnets. Magnetoresistance. Ballistic/diffusive transport in magnetic nanoconstrictions. Spin accumulation.
IV. Demagnetizing fields. Magnetized thin film elements (rectangular, ellipsoid).
V. Magnetic data storage. The hard disk. Magnetic thin film media. Inductive thin film heads. Magnetoresistive read heads.
VI. MRAM memories. Architecture. Magnetic/current writing and thermally assisted writing or spin transfer writing.
VIII. Nano-oscillators and spin transfer effects in nano-contacts.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Serie de problemas incidindo sobre os diversos tópicos abordados nas aulas teóricas. (80%)
Teste Oral (20%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Series of homeworks based on the topics covered in the lectures. (80%)
Oral Test (20%)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal/Main

- Robert C O'Handley, Modern magnetic materials, principles and applications, John Wiley and Sons, 2000

- Mark Johnson (ed), Magnetolectronics, Elsevier Academic Press, 2003

Secundária/Secondary

- Sellmyer and Skomski, Advanced Magnetic Nanostructures, Springer, 2006

Mapa X - Nanotecnologias

6.2.1.1. Unidade curricular:

Nanotecnologias

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

João Pedro Estrela Rodrigues Conde (6.00 ECTS)

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

não aplicável

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

Esta UC temos seguintes objetivos específicos:

- conhecer os princípios básicos, aplicações, e potenciais desenvolvimentos das nanotecnologias;

- compreender a informação científica na área das nanotecnologias;

- ser capaz de resolver quantitativamente problemas simples em nanotecnologias;

- ser capaz de propôr respostas conceptuais a problemas complexos utilizando as ferramentas oferecidas pelas nanotecnologias.

Esta UC tem os seguintes objetivos gerais:

- desenvolver o estudo e pesquisa individuais para a resolução de problemas quantitativos e conceptuais;

- desenvolver a capacidade de síntese, preparação, apresentação, e discussão pública de comunicações;

- desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo para resolver um problema complexo de modo eficaz.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course has the following specific objectives:

- to learn the basic principles, applications, and the future potential of nanotechnologies;

- to understand the scientific information in nanotechnologies;

- to be able to solve quantitatively simple problems in nanotechnologies;

- to be able to propose conceptual answers to complex problems using the tools offered by nanotechnologies.

This course has the following general objectives:

- to develop the ability to perform individual study and research to solve both quantitative and conceptual problems;

- to develop the ability to collate, present, and discuss scientific information in public;

- to develop the ability to work in a team to solve efficiently a complex problem.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

A primeira parte introduz as técnicas de micro e nanofabricação "top-down" utilizando tecnologia planar com uma descrição das operações de deposição, gravação, e litografia. Será feito um estudo de dispositivos lab-on-a-chip, incluindo microfluídica e microreactores para análise e processamento químico e biológico, assim como MEMS e NEMS.

A segunda parte introduz os processos "bottom-up" baseados na auto-organização molecular. Microscopias de varrimento de sonda. Estruturas supramoleculares, nanotubos de carbono, nanofios, nanopartículas, SAMs. Discutir-se-ão aplicações em electrónica molecular, entrega de fármacos, fenómenos de superfície e nanomateriais.

A terceira parte discute os princípios estruturais e funcionais e aplicações da Nanobiotecnologia e da Bionanotecnologia. Discussão das aplicações actuais e potenciais de nanoestruturas baseadas em DNA, proteínas e

células. Novas direcções da Nanobiotecnologia serão discutidas.

6.2.1.5. Syllabus:

The first part is an introduction to the Clean Room planar top-down technology micro and nanofabrication processes. Deposition, etching, and pattern transfer techniques are discussed. Lab-on-a-chip devices, including microfluidics for biodiagnostics and chemical micro processing using microreactors, as well as MEMS and NEMS are studied.

The second part is an introduction to the "bottom-up" processes based on molecular self-organization. Introduction to scanning probe microscopies, including the atomic force microscope (AFM). Supramolecular structures, carbon nanotubes, nanowires, nanoparticles, SAMs. Applications in molecular electronics, drug delivery, surface modification and nanomaterials.

The third part is a discussion of the structural and functional principles of Nanobiotechnology. A discussion of current and potential applications of nanostructures based on DNA, proteins and cells will be presented. New directions in Nanobiotechnology will be discussed.

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos. A unidade curricular por um lado corresponde a uma introdução geral aos vários aspectos das nanotecnologias e, por outro, permite desenvolver um conjunto de capacidades habilitantes dos estudantes.

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

The contents are those required in the context of the course for students to develop the skills corresponding to the objectives of the curriculum established. The unit on the one hand corresponds to a general introduction to the various aspects of nanotechnology and, on the other hand, allows develop a set of qualifying skills.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação é parte integrante da participação dos estudantes na UC. Há 10 trabalhos de casa individuais obrigatórios (semanais), que obrigam ao estudo e pesquisa, e à resolução de problemas conceptuais e quantitativos. Há problemas surpresa, sem anúncio, durante as aulas, que testam a compreensão imediata dos assuntos apresentados nas aulas. Há uma apresentação oral individual com discussão na turma sobre um artigo da literatura no meio do semestre que testa a capacidade dos estudantes compreenderem a informação científica disponível e a sua capacidade de síntese e de discussão dos assuntos estudados. Finalmente, há um trabalho de casa especial, em grupo, discutido oralmente com o docente no final do semestre. A UC não tem exame. Os estudantes de doutoramento são encorajados a escolher na sua apresentação oral individual e no seu trabalho em grupo tópicos relacionados com o seu programa de trabalho de doutoramento.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The evaluation is a key part of the participation of the students in the course. There are 10 homeworks (weekly, compulsory, and individual) that require study and research, and resolution of both conceptual and quantitative problem solving. There is also a set of pop-quizzes during the classes, that test the attention and immediate understanding of the concepts discussed in class. There is an individual oral presentation in the middle of the semester in which the students present a paper from the current scientific literature, and which tests their ability to understand, summarize, and discuss the available scientific information. Finally, there is a special group homework which is discussed with the faculty at the end of the semester. This course has no exams. Doctoral students are encouraged to focus the individual oral presentation and the group project on topics related to their thesis project.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Nanobiotechnology, C.M. Niemeyer, C.A. Mirkin (Eds.), 2004, Wiley-VCH, Weinheim; Introduction to Nanoscale Science and Technology, M. di Ventra, S. Evoy, J.R. Heflin, Jr. (Eds.), 2004, Springer, New York; Introduction to Nanotechnology,

Charles P. Poole, Jr., Frank J. Owens, 2003, Wiley, New York; Introduction to Nanoscience, S.M. Lindsay, 2010, Oxford University Press.

Mapa X - Métodos Experimentais Avançados em Física de Partículas II

6.2.1.1. Unidade curricular:

Métodos Experimentais Avançados em Física de Partículas II

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

Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos (0.00)

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

Maria Paula Frazão Bordalo e Sá (0.00)

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

Adquirir conhecimentos e prática sobre os métodos de reconstrução e de simulação de dados, bem como sobre as mais avançadas técnicas de análise desenvolvidas em Física das Partículas. Aquisição de metodologias de concepção e realização experimental.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To acquire knowledge and skills on methods of data reconstruction, simulation and data analysis developed in Particle Physics. To learn on experimental design methodologies.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Concepção e simulação de experiências. Algoritmos e reconstrução de eventos. Análise e tratamento de dados experimentais. Construção, montagem e teste de dispositivos experimentais.

6.2.1.5. Syllabus:

Concepção e simulação de experiências. Algoritmos e reconstrução de eventos. Análise e tratamento de dados experimentais. Construção, montagem e teste de dispositivos experimentais.

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

Esta unidade curricular tem como objetivo o aprofundamento dos métodos experimentais selecionados de acordo com o programa de doutoramento do estudante. A organização do programa em temas possibilita plenamente a prossecução dos objetivos.

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

This course aims at deepening selected experimental methods according to the student's PhD program. The organization of the program in subjects fully enables the achievement of the goals.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta cadeira é de índole experimental avançada, pelo que cada estudante é inserido num ambiente específico de trabalho ligado a uma experiência real, No final do semestre cada estudante faz uma apresentação oral com discussão sobre um dos assuntos do trabalho desenvolvido.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course is of advanced experimental nature. Each student is placed in a real experiment environment, in which he performs an experimental task. At the end of the semester, each student gives an oral presentation, with discussion, concerning one of the developed subjects.

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

Dada a sua especificidade, esta cadeira exige um acompanhamento individual dos alunos, pelo que um seguimento tutorial se afigura como o mais adequado. A avaliação enquadra-se no contexto deste ensino.

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

Due to its specificity, this course requires an individual monitoring of students, thus we consider that a tutorial follow-up is the most appropriate. The evaluation fits into the context of this teaching.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Fitting equations to data – computer analysis of multifactor data*, C. Daniel and F. S. Wood
- *GEANT - Detector Description and Simulation Tool: GEANT support team at CERN*
- *Root and Minuit Tools, Home Pages at Cern*

Mapa X - Biologia de Sistemas**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Biologia de Sistemas

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

A UC não foi oferecida.

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

não aplicável

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

Apresentar aos alunos a disciplina de biologia de sistemas, uma abordagem sistémica à biologia molecular. Esta disciplina tem como objectivos obter modelos globais para sistemas biológicos obtidos a partir da integração de dados em grande escala provenientes da análise genómica, transcritómica, proteómica e metabolómica. Esta abordagem baseia-se no desenvolvimento e utilização integrada de métodos computacionais, matemáticos e estatísticos para a recolha, modelação, organização, gestão e análise de grandes volumes de dados biológicos obtidos experimental ou computacionalmente. O objectivo central é formar os alunos nas técnicas interdisciplinares envolvidas nesta área emergente.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Introduce the area of systems biology, an area that has the objective of deriving and using global models of biological systems, obtained from integrated processing of large scale datasets, obtained from genomic analysis, transcriptomics, proteomics and metabolomics. This discipline is based on a multi-disciplinary approach for obtaining, modeling, organizing and managing large volumes of data, obtained experimentally or computationally. The central objective is to educate students in the techniques required to carry out work in this area.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Revisão dos fundamentos matemáticos de sistemas dinâmicos, processos estocásticos e teoria de grafos. Análise de dados de expressão global. Modelação de redes genéticas. Módulos. Estrutura das regiões promotoras. Modelação de regiões promotoras. Modelação de redes genéticas. Modelos baseados em redes Bayesianas, redes Booleanas, e sistemas de equações diferenciais ordinárias.. Modelos de redes metabólicas. Modelação da dinâmica de redes metabólicas.

6.2.1.5. Syllabus:

Revision of elementary concepts of dynamic systems, stochastic processes and graph theory. Global expression analysis. Modeling of genetic networks. Modules. Structure of promoter regions. Modeling promoter regions. Gene networks. Modeling gene networks: models based in Bayesian networks, Boolean networks and ordinary differential equations. Models for metabolic networks. Dynamics of metabolic networks.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Análise de artigos (30%) e projecto (70%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Presentation of a paper (30%), Project (70%)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Systems Biology in Practice, E. Klipp, R. Herwing, A. Kowald, C. Wierling, H. Lehrach, 2005, Wiley-VCH

Mapa X - Ensino e Divulgação Científica-Df**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Ensino e Divulgação Científica-Df

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

Responsável da UC na qual o aluno se insere.

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

não aplicável

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

Desenvolver capacidade de comunicação útil em áreas como ensino, apresentações de trabalhos científicos e/ou técnicos, formação de carácter profissionalizante.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Develop useful communication skills for teaching, professional training, and scientific presentations.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

São abordados tópicos que incluem a preparação e leccionação de aulas, gestão do tempo, ensino em laboratório e/ou aulas práticas (resolução de problemas).

São ainda utilizados como elementos de formação a supervisão e a classificação de trabalhos de laboratório, a elaboração e classificação de trabalhos de casa e de testes e exames.

6.2.1.5. Syllabus:

Training topics include: preparing and delivering lectures; time management; teaching in the laboratory and in problem solving classes; supervising/grading laboratory projects, homework assignments, or tests.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning

outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os estudantes têm que submeter um relatório escrito sobre o seu trabalho de apoio ao ensino (relatório de ensino: experiências e resultados) o qual é avaliado por um júri composto no mínimo pelo supervisor da prática de apoio ao ensino e pelo coordenador do programa doutoral.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Students must submit a written report on their work as teaching assistants (teaching report: experiences and results). Each report will be evaluated by a committee including at least the supervisor of the students training program and the coordinator of the doctoral program.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Não se aplica.

Mapa X - Complementos de Descargas em Gases

6.2.1.1. Unidade curricular:

Complementos de Descargas em Gases

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

Mário Pinheiro (0.00)

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

não aplicável

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

Compreensão dos processos de transporte das partículas electricamente carregadas e dos neutros num plasma, factor de importância fundamental para melhor controle e optimização dos reactores a plasma industriais. Descrição da física e tecnologia de descargas eléctricas DC e RF usadas em muitas aplicações industriais dos plasmas. Aplicação do método Monte Carlo na determinação da distribuição de eventos de excitação/ionização/attachment por impacto electrónico para uma dada configuração do campo eléctrico e/ou magnético. Análise do fenómeno do aprisionamento dos electrões e inversão do campo eléctrico na descarga luminescente. Estudo do dispositivo OAUGDP (One Atmosphere Uniform Gas Discharge Plasma) como propulsor a plasma e seu desempenho como actuador a plasma. Estudo descritivo de outros modos de propulsão electromagnética.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To understand the processes of transport of charged and neutral particles in plasmas, which are of fundamental importance for better control and optimisation of industrial plasma reactors. Description of the physics and technology of electric DC and RF discharges with use in many industrial applications of plasmas. Application of the Monte Carlo simulation method to determine event distribution, like excitation/ionisation/attachment processes by electronic impact for one given configuration of the electric and/or magnetic field. To study the electrons trapping phenomena and related electric field reversals in glow discharges. Application of the One Atmosphere Uniform Glow Discharge Plasma for plasma propulsion purposes and as a plasma actuator. Survey of important electromagnetic propulsion systems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Elementos de mecânica dos fluidos. Descarga RF. Equação de Boltzmann (ECB) para os eletrões na aproximação hidrodinâmica. Termos de colisão. Resolução numérica da ECB por método de diferenças finitas. Obtenção de um

conjunto consistente de secções eficazes. Descrição dos componentes principais do algoritmo Monte Carlo. Descrição de alguns modelos híbridos do tipo fluido-Monte Carlo. Descrição fenomenológica da estrutura de uma descarga luminescente. Mecanismo físico do aprisionamento dos eletrões e inversão do campo eléctrico. Atuadores a plasma.

6.2.1.5. Syllabus:

Fluid mechanics. RF discharge. Electrons homogeneous kinetic Boltzmann equation. Monte Carlo algorithm. Study of some hybrid models of the type fluid-Monte Carlo known in the literature. Phenomenological description of the glow discharge structure. Experimental observation of electric field reversals. Electrons trapping physical mechanism and the related electric field reversal. Study of some theoretical models referentiated in the technical literature: i) non-local kinetic model by Tsendin and Kolobov; ii) fluid type model by Boeuf and Pitchford; iii) dielectric-like model for electric field reversals. Analytic determination of the localization of the field reversal, electrons and ions densities at this point, width of the potential well trapping slow electrons, average lifetime of the trapped electrons. Application of dielectric barrier discharges as electromagnetic propulsion devices and their role as plasma actuator.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalho a realizar ao longo do semestre, entre os quais referimos: 1) Baseado no método das diferenças finitas, obter soluções da ECB para misturas de O₂-vapor de água para uso possível em modelo de arco eléctrico destinado a despoluição atmosférica; 2) Escrever um programa de simulação da cinética dos electrões no Ar em geometria plana com dois eléctrodos paralelos sujeitos a um campo eléctrico; 3) Configurações optimizadas eléctrodo-dieléctrico do dispositivo OAUGDP para propulsão EM.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

One problem will be assigned to each student. These include: 1) Using finite difference methods to obtain solutions to the stationary homogeneous Boltzmann equations for electrons in a O₂-water vapour mixture, to model an arc electrical discharge for atmospheric decontamination purpose; 2) Determination of the exact position of the electric field reversal assuming the drift-diffusion approximation; 3) Electrode-dielectric optimal configurations in a OAUGDP device for electromagnetic propulsion.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

R. E. Robson, R. D. White, Z. Lj. Petrovic, 2005, Reviews of Modern Physics, v. 77 (October 2005 issue); Gas Discharges Physics, Y. P. Raizer, 1987, Springer, Berlin, 1987; Radio-Frequency capacitive discharges, Yuri P. Raizer, Mikhail N. Shneider, Nikolai A. Yatsenko, 1995, CRC Press, Boca Raton, 1995; Numerical heat transfer and fluid flow, S. V. Patankar, 1980, Taylor & Francis, New York, 1980; Estudo da cinética dos electrões e das moléculas vibracionalmente excitadas em descargas luminescentes de azoto a baixas pressões, Jorge Loureiro, 1987, Tese de Doutoramento, IST, Lisboa, 1987; Applications to Nonthermal Plasma Processing, J. Reece Roth, 2001, Industrial Plasma Engineering, Vol. 2, IOP, Bristol, 2001; Electron trapping by electric field reversal and Fermi mechanism, Mario J. Pinheiro, 2004, Phys. Rev. E 70 056409 (2004); EHD ponderomotive forces and aerodynamic flow control using plasma actuators, Mario J. Pinheiro, 2006, Plasma Process. Polym. 3 135-141 (2006)

Mapa X - Sistemas de Aquisição e Processamento de Dados

6.2.1.1. Unidade curricular:

Sistemas de Aquisição e Processamento de Dados

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

Bernardo Carvalho (0.00)

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

não aplicável

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

Este curso é direccionado para estudantes que pretendem ter uma preparação avançada quer em física, quer em engenharia em fusão nuclear de forma a garantir as melhores competências educacionais para uma carreira sobre este tópico.

A disciplina de Processamento de Dados e Sistemas de Aquisição é dedicada aos sistemas electrónicos usados para operar aparelhos de fusão, tais como aquisição de dados em hardware e software, controladores e ferramentas de análise de dados. Como os aparelhos de fusão estão a mover-se para um cenário de operações estáveis, uma forte ênfase é dada sobre controlo e métodos de computação em tempo real.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course is intended for students who wish to have an advance preparation on both physics and engineering in nuclear fusion in order to guarantee the best educational competences for a research career on this topic.

The discipline of Data Processing and Acquisition Systems is devoted to electronic systems used to operate fusion devices, such as the data acquisition hardware and software, controllers and data analysis tools. As fusion devices are moving for a steady-state operation scenario, a strong emphasis is given on real-time control and computation methods.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Introdução ao Controlo, Aquisição de Dados e Comunicações (CODAC) para dispositivos de Fusão Nuclear.

CODAC: Instrumentação e Hardware: Instrumentação electrónica e acondicionamento de sinal; Controlo embebido (Microprocessadores, microcontroladores e DSPs); Barramentos de instrumentação, comunicação digital e protocolos; Módulos de instrumentação para o CODAC (digitalizadores, Geradores de onda arbitrárias e circuitos de temporização e disparo); Dispositivos de lógica digital de elevado desempenho (FPGAs, ferramentas de programação e de hardware). Ferramentas de Análise para o CODAC e Software: Software Frameworks; Bases de dados para dispositivos de fusão nuclear e mecanismos de pesquisa de dados (MDSPLUS+, Relational Databases, SDAS); Análise integrada de dados; Processamento de sinais digitais; PIDs e sua implementação; Processamento de Imagem.

ITER CODAC

Cursos: Microcontroladores; Programação FPGA; Sinais e análise de dados.

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction to CODAC for Fusion Devices (General Architectures, Major components, Case Study).

CODAC Instrumentation and Hardware: Introduction to Instrumentation;

Electronic Instrumentation and Signal Conditioning; Embedded control

(Microprocessors and Microcontrollers and DSPs); Instrumentation Buses, Digital Communication and Protocols;

Instrumentation Modules for CODAC (Digitizers, Waveform Generators and Timing Modules architecture and modular description); High Performance Logic Devices

(FPGA devices, tools and HW programming Languages).

CODAC Analysis Tools and Software: Software Frameworks for Acquisition and Control; Signal Databases for Fusion Devices and Data Retrieval (MDSPLUS+, Relational Databases, SDAS); Integrated Data Analysis; Digital Signal Processing; PID Controller SW Implementation; Image Processing.

ITER CODAC

Applied Courses: Microcontrollers; FPGA programming; Tokamak signals and Data Analysis.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points

(point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame final (70%); Trabalho de laboratório (10%); Trabalho a realizar em 24 horas (20%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Final exam final (70%); Laboratory work (10%); Work to be conducted in 24 hours (20%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems, John Park, Steve Mackay, 2003, Newnes; Data Conversion Handbook, Vários, 2004, Engineering Staff Analog Devices Inc.; Real-Time Systems and their Programming Languages, A. Burns, A. Wellings, 1996, Addison Wesley; Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach, 2ª Edição, Sanjit K Mitra, 2001, ISBN: 007252261-5.; Design with PIC Microcontrollers, John Peatman, 1997, 1997, Prentice Hall.

Mapa X - Seminário de Física

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário de Física

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

José Lemos (0.00)

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

não aplicável

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

Fomentar intercâmbio e proporcionar sinergias entre os diferentes estudantes de doutoramento que desenvolvem trabalho de investigação nos diversos Centros de Investigação do Departamento de Física.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main objective is to increase the exchange among the different PhD students in the Department of Physics. Also the seminar will be one way of presenting the research done in the various Reserach Units of the Department.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Esta disciplina terá um seminário semanal onde serão apresentados os diferentes temas de investigação do Departamento de Física.

6.2.1.5. Syllabus:

There will be a weakly seminar for the presentation of the various research topics of the Department.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação oral dum tema proposto.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Oral presentation of a proposed subject.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Não há bibliografia.

Mapa X - Métodos Experimentais em Física de Partículas**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Métodos Experimentais em Física de Partículas

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

Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos (0.00)

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

não aplicável

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

Adquirir conhecimentos sobre temas avançados em Física Experimental de Partículas. Adquirir conhecimentos e prática sobre métodos de deteção, de análise e de simulação de dados em experiências de Física das Partículas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To acquire knowledge in advanced Experimental Particle Physics subjects. To acquire knowledge and skills concerning detection, analysis and simulation methods in Particle Physics experiments.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Estrutura do Núcleo:

Difusão inelástica profunda. Electro e neutrino produção. Funções de estrutura. Modelo dos quarks-partões. Regras de soma. Universalidade de $q(x)$. Regras de contagem. Os partões em QCD. Equação de evolução. Modelo dos partões e QCD na aniquilação e^+e^- . Cor. Razão R. Funções de fragmentação.

Detectores de Partículas:

Medição de posição: câmaras proporcionais multifios, de deriva, de projecção temporal, de microstrips de silício.

Medição de tempo: PM e PM multianódicos; cintiladores e guias de luz.

Medição de velocidade: tempo de voo; detectores Cherenkov (limiar, diferenciais, anel); detectores de rad. transição.

Medição de energia: calorímetros electromagéticos e hadrónicos. Medição de momento: magnetes deflectores-dipolo; solenoide; toroide. Espectrómetros. Associação de tipos de deteção: identificação de partículas. Métodos de calibração.

Aplicações: Experiências de Física de Partículas.

6.2.1.5. Syllabus:

Structure of the nucleon:

Deep inelastic scattering. Electro-production and neutrino-production. Structure functions. Quark-parton model. Sum rules. Universality of $q(x)$. Counting rules. Partons in Quantum ChromoDynamics. Altarelli-Parisi equation. Parton model and QCD in e^+e^- annihilation. Colour. R ratio. Fragmentation functions.

Particle Physics Detectors:

Position measurement: multi-wire proportional, drift, time projection, silicon microstrip chambers. Time measurement: photomultipliers, multianode photomultipliers; scintillators, light guides. Speed measurement: time of flight; Cherenkov detectors: threshold, differential, ring; transition radiation detectors. Energy measurement: electromagnetic and hadronic calorimeters. Momentum measurement: deflecting magnets – dipole; solenoid, air and iron core toroid.

Spectrometers, simple and double stage. Association of different detection types: particle identification.

Applications: Study of Particle Physics experiments.

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

Esta unidade curricular tem como objetivo o aprofundamento dos métodos experimentais selecionados de acordo com o programa de doutoramento do estudante. A organização do programa em módulos possibilita plenamente a prossecução dos objetivos.

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

This course aims at deepening selected experimental methods according to the student's PhD program. The organization of the program in modules fully enables the achievement of the goals.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta cadeira tem uma componente lectiva clássica correspondente às matérias explicitadas, que pode ser seguida por uma componente experimental dependente do perfil do estudante. No final do semestre cada estudante faz uma apresentação oral com discussão sobre um tema seleccionado.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course has a classical teaching component corresponding to the mentioned subjects, which may be followed followed by an experimental component dependent on the student's profile. At the end of the semester, each student gives an oral presentation, with discussion, about a pre-selected theme.

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

Dada a sua especificidade, esta cadeira exige um acompanhamento individual dos alunos, pelo que um seguimento semi-tutorial se afigura como o mais adequado. A avaliação enquadra-se no contexto deste ensino.

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

Due to its specificity, this course requires an individual monitoring of students, thus we consider that a semi-tutorial follow-up is the most appropriate. The evaluation fits into the context of this teaching.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Textos de Apoio sobre Estrutura do Núcleo e sobre Detectores, S.Ramos, 2007/2015*
- *Quarks and Leptons, F.Halzen e A.D.Martin*
- *An Introduction to Quarks and Partons, F.Close*
- *Experimental Techniques in High Energy Physics, Th. Ferbel et al.*
- *Particle detectors, C. Grupen*
- *Experimentation - An Introduction to Measurement Theory and Experiment, D.C. Baird*

Mapa X - Tópicos em Física de Partículas**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Tópicos em Física de Partículas

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

Como opção a UC não funcionou no semestre considerado, Jorge Crispim Romão (0.00)

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

Como opção a UC não funcionou no semestre considerado.

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

Proporcionar ao aluno uma visão dos temas mais interessantes no campo da Física de Partículas e Teoria Quântica dos Campos

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The objective is to give the student a broad view about the current hot topics in Particle Physics and Quantum Field Theory

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Os tópicos vão cobrir os temas seguintes:

- 1) A Física do Bosão de Higgs. Violação de CP. As massas dos fermiões.*
- 2) A Física dos neutrinos*
- 3) Física para além do Modelo Standard incluindo Supersimetria*
- 4) Física Hadrónica incluindo QCD.*

6.2.1.5. Syllabus:

The topics will cover:

- 1) The Physics of the Higgs boson. CP Violation. The masses of the fermions.*
- 2) Neutrino Physics*
- 3) Beyond the Standard Model Physics including Supersymmetry*
- 4) Hadronic Physics including QCD.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, acima descritos, os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao cumprimento dos objectivos curriculares estabelecidos

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

Considering the objectives of this the UC, the topics covered aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described above.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os alunos são supostos terem uma componente de estudo autónomo importante. A avaliação final será feita através dum trabalho final individual e respetiva defesa oral.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The students are supposed to have a large component of autonomous study. The evaluation consists in a final written individual homework followed by its oral defense.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objectivos da unidade curricular. Assim considera-se fundamental que os alunos realizem trabalho autónomo nesta área para ficarem em condições de iniciarem o trabalho de investigação.

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

The teaching methodologies were thought in such a way that the students can develop a broad knowledge in the field of Quantum Field Theory, in agreement with the goals and syllabus of the course. It is of fundamental importance that the students learn how to do autonomous work and start research in this area.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

For basic Quantum Field Theory:

Quantum Field Theory, C. Itzykson, J.-B. Zuber, 1980, McGraw-Hill;

Introduction to Gauge Field Theory, D. Bailin, A. Love, 1986, Adam Hilger, Bristol;

Gauge Fields, Introduction to Quantum Theory, L. D. Fadeev, A. A. Slavnov, 1980, Benjamin, Reading, Massachusetts

Advanced Quantum Field Theory, Jorge C. Romão, 2015, <http://porthos.ist.utl.pt/Public/textos/tca.pdf>

Other articles will be given depending on the topics chosen each year.

Mapa X - Aquisição e Processamento de Dados

6.2.1.1. Unidade curricular:

Aquisição e Processamento de Dados

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

Bernardo Carvalho (0.00)

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

não aplicável

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

Métodos e Conceitos avançados sobre sistemas de aquisição de dados. Utilização de hardware reconfigurável (FPGA) e processadores DSP em aquisição de dados

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To learn Advanced Methods and techniques concerning Data acquisition systems

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Arquitecturas centralizadas e sistemas distribuídos

Controlo e aquisição remotos.

Sistemas tempo-real e embebidos. Sistemas operativos em tempo real.

Temporização, sincronização e gestão de eventos.

Ambientes de software dedicados à aquisição de dados: LabView, MATLAB, EPICS.

Base de dados aplicadas a sinais adquiridos, SQL, MDSPLUS e interfaces com as linguagens mais comuns (C, Visual Basic, JAVA, Python)

Processamento e análise de Sinais. Algoritmos rápidos (FFT). Decimação e interpolação.

Desenho de filtros digitais (IIR e FIR). Filtros adaptativos. Processamento digital de sinais em vírgula fixa e vírgula flutuante. Processamento paralelo, MPI

Utilização de dispositivos DSP e FPGA em aquisição e processamento de sinais.

6.2.1.5. Syllabus:

Centralised data acquisition and distributed systems.

Remote Data Acquisition and Control.

Embedded systems. Real time systems, operating systems

Synchronisation, timing and event management.

Data processing and analysis. Fast algorithms, Digital filters, Decimation and Interpolation. Fixed and floating point.

Parallel processing.

Use of Digital Signal Processors (DSP) and Field Programmable Gate Array (FPGA) in Data Acquisition and Control,

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Realização de um projecto de um sistema de aquisição e controlo de laboratório com discussão final alargada ao programa da disciplina.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Development and execution of a project in Data Acquisition and/or Control with a final discussion.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva

de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Data Conversion Handbook, Walt Kester, 2004, Newnes, 2004; DIGITAL SIGNAL PROCESSING: A Computer Based Approach, S. K. Mitra, 2005, McGraw-Hill, 2005

Mapa X - Tecnologias Quânticas da Informação

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tecnologias Quânticas da Informação

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

Yasser Rashid Revez Omar (56.00)

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

não aplicável

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

Esta cadeira tem por objectivo oferecer aos alunos uma introdução tão completa quanto possível à investigação actual em informação quântica experimental e nas respectivas tecnologias associadas. É constituída por uma série de aulas dadas por oradores convidados, especialistas a nível internacional e pioneiros nestes tópicos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course aims at offering graduate students a comprehensive introduction to the current research in experimental quantum information and the related technologies. It relies on a series of invited lectures by top-level experts and pioneers in their respective areas of activity.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- *Introdução às Tecnologias Quânticas da Informação*
- *Chips atómicos*
- *Electrodinâmica Quântica em Cavidades*
- *Controlo e Análise de Sistemas Biológicos com Óptica Ultra-rápida*
- *D-Wave, a Empresa de Computação Quântica*
- *Circuitos Integrados Fotónicos*
- *Iões Confinados em Cavidades*
- *Nanofotónica Molecular*
- *Devices Quânticos*
- *Entrelaçamento Quântico em Experiências Espaciais*
- *Opto-mecânica Quântica*
- *Aplicações dos Diamantes para as Tecnologias Quânticas*

Para mais detalhes, ver:

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/TQI/2014-2015/1-semester/planeamento>

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/TQI-2/2015-2016/1-semester/planeamento>

6.2.1.5. Syllabus:

- *Introduction to Quantum Information Technologies*
- *Atom Chips*
- *Cavity Quantum Electrodynamics*
- *Control and Probing of Biological Systems by Ultrafast Optics*
- *D-Wave, The Quantum Computing Company*
- *Integrated Photonic Circuits*
- *Ion Traps*
- *Molecular nanophotonics*

- *Quantum Devices*
- *Quantum Entanglement in Space Experiments*
- *Quantum Opto-mechanics*
- *Applications of Diamonds for Quantum Technologies*

For more details, see:

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/TQI/2014-2015/1-semester/planeamento>

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/TQI-2/2015-2016/1-semester/planeamento>

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

Esta é uma unidade curricular única a nível internacional, cobrindo de forma completa os vários tópicos e abordagens experimentais às Tecnologias Quânticas da Informação, com aulas convidadas dadas por alguns dos maiores especialistas mundiais na sua respectiva área. A qualidade e originalidade desta unidade curricular foi reconhecida pelo projecto europeu QUTE-EUROPE – Quantum Technologies for Europe, que financiou a gravação e publicação dos vídeos das aulas, disponíveis em: <https://www.youtube.com/channel/UCXle0qj5QHhNTBNISGKA8vw/videos>

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

This is a unique course at international level, covering in a comprehensive way the different topics and experimental approaches to Quantum Information Technologies, with guest lectures delivered by some of the world leaders in their respective domains. The quality and originality of the course has been recognized by the European project QUTE-EUROPE – Quantum Technologies for Europe, that financed the video recording and publication of the lectures, available at: <https://www.youtube.com/channel/UCXle0qj5QHhNTBNISGKA8vw/videos>

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Participação nas aulas + apresentação individual e discussão de um (ou vários) artigo(s) sobre um dos tópicos das aulas.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Class participation + individual presentation and discussion of one (or several) article(s) on one of the topics covered in the classes.

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

Tratando-se de uma unidade curricular que pretende expor os alunos às técnicas experimentais e tecnologias utilizadas na investigação e aplicações industriais da Informação Quântica, a avaliação baseia-se na participação activa dos alunos nas aulas e respectivas discussões, assim como numa apresentação individual de um artigo científico recente sobre um dos tópicos cobertos nas aulas, incluindo a discussão da abordagem experimental utilizada.

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

This being a course that aims at exposing the students to the experimental techniques and technologies used in the research and industrial application of Quantum Information, the assessment is based on the active participation of the students in the classes and corresponding discussions, as well as on a individual presentation of a recent scientific article about one of the topics covered in the classes, including a discussion of the experimental approach used.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Quantum Information, Computation and Communication, J. Jones, D. Jaksch, 2012, Cambridge University Press.*
- *Quantum Computation and Quantum Information, M. Nielsen, I. Chuang, 2011, Cambridge University Press.*

Mapa X - Laboratório de Raios Cósmitos

6.2.1.1. Unidade curricular:

Laboratório de Raios Cósmitos

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

Fernando Barão (0.00)

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

não aplicável

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

Desenvolver a capacidade de compreensão e resolução de problemas na área da física dos raios cósmicos e da física experimental de partículas. Pretende-se familiarizar os alunos com as técnicas de deteção utilizadas em física de partículas e astropartículas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Provide and develop the ability for understanding and solving current problems in Experimental High Energy Physics and Cosmic Ray Physics. During the course, experimental techniques will be explored to detect cosmic rays.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Radiação Cósmica; Produção e Propagação; Campo magnético terrestre; Cascatas atmosféricas; Deteção de Raios Cósmicos (Espectrómetros, Fluorescência, Cerenkov, Multiplicidade); Experiências de deteção; Fluxos de raios cósmicos; Matéria escura, antimatéria
Interação das partículas com matéria; Secção eficaz; Comprimento de interação; Mecanismos de interação; Perda energia e multiple scattering; Radiação de Cerenkov
Princípios de deteção de partículas; Deteção de fótons; Cintilação; Medida do Momento Linear: Detectores de traços; Medida da energia: Calorímetros; Medida da velocidade: Detectores de radiação de Cerenkov, TOF e TRD
Métodos estatísticos
Análise e Aquisição de Dados; Electrónica modular NIM e CAMAC; Digitalização, processamento e transmissão de sinais; Coincidência de sinais; curva de coincidências e acontecimentos fortuitos; Análise de dados: ROOT
Simulação de sistemas físicos e de deteção*

6.2.1.5. Syllabus:

*Cosmic radiation. Production and propagation. Earth magnetic field. Atmospheric showers. Detection of cosmic rays(spectrometers, multiplicity, fluorescence, cerenkov)
Experiments. Cosmic ray fluxes. Darkmatter and Antimatter
Interaction of particles with matter. Cross-section and interaction length. Interaction mechanisms. Energy loss and multiple scattering. Cerenkov radiation
Particles detection principles. Photon detection. Scintillation. Momentum measurement: tracking detectors. Energy measurement: calorimeters. Velocity measurement: cerenkov detectors, TOF and TRD
Statistical methods
Analysis and Data Acquisition. NIM and CAMAC electronics. Signal Processing and digitization. Signal coincidences: triggering. Data analysis: ROOT.
Simulation methods.*

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

O programa visa dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias inerentes aos objetivos da unidade curricular, na área científica de Física Experimental de Partículas e de Astropartículas.

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

The program covers the principal studies of the scientific activity in the area of the Experimental Particle and Astroparticle Physics, which corresponds to the goal of the course unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de avaliação consiste na realização de trabalhos experimentais, com um relatório na forma de artigo científico e apresentação oral.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

It is made of experimental work to be reported in a scientific paper format (pagelimited) and an oral presentation.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the

knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Cosmic Rays and Particle Physics, T. Gaisser, 1991, Cambridge Univ. Press; Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, W.R.Leo, 1994, Springer-Verlag; Statistics for Nuclear and Particle Physicists, L.Lyons, 1989, Cambridge Univ. Press

Mapa X - Medidas de Controle em Tempo Real

6.2.1.1. Unidade curricular:

Medidas de Controle em Tempo Real

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

Bernardo Carvalho (0.00)

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

não aplicável

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

Dotar o aluno de conhecimentos e prática laboratorial suficientes para desenvolver e implementar controladores numéricos e algoritmos que permitem estabelecer os estados e variáveis físicas de operação requeridos numa experiência científica, através de instrumentação e códigos que funcionam em tempo real.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

In this course it is expected that the student will gain suitable knowledge to develop and implement numerical controllers and algorithms to set the required operation state and physical variables on a scientific experiment, by the use of programs and instrumentation that operate in real-time.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Definição de tempo-real e máquinas de estado.
Análise e modelação de sistemas de controlo em tempo real.
Sistemas operativos em tempo-real, arquiteturas e implementações.
Adaptação de códigos para sistemas em tempo real.
Interfaces de transporte de dados e eventos em tempo real.
Sincronismo e gestão temporal ? latência e relógios.
Sistemas críticos, segurança e tolerância às falhas.*

6.2.1.5. Syllabus:

*Real-time and state-machine definition.
Analysis and modelling of real-time control systems.
Real-time operating systems, architectures and implementations.
Porting of codes to real-time systems.
Real-time events and data transport interfaces.
Timing and synchronism management- time latency and clocking.
Critical systems, safety and failure tolerance.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Projecto de desenvolvimento e implementação de um controlador em tempo real exemplificativo da matéria.

Apresentação e discussão oral do mesmo.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Development and implementation of a real-time controller. Oral presentation and discussion.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Real Time System Design and Analysis ? An Engineers Handbook, 3rd Ed., Phillip A. Laplante, 2004, Wiley IEEE Press, 2004; Data Acquisition and Control Handbook, Keithley, 2006, www.keithley.com

Mapa X - Física de Partículas

6.2.1.1. Unidade curricular:

Física de Partículas

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

Mário João Martins Pimenta (0.0)

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

Ruben Maurício da Silva Conceição (0.0), Jorge Manuel Rodrigues Crispim Romão (0.0)

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

Dar uma introdução a FP, com ênfase na teoria e na experiência. Os estudantes devem adquirir um conhecimento básico dos desenvolvimentos mais importantes da FP e obter uma perspectiva das questões fundamentais em aberto no domínio. Deve também dar uma base para aqueles que pretendem seguir uma especialização em FP teórica ou experimental.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Give an introduction to PP, focusing on theory and experiment. Students should acquire a basic knowledge of the most important developments in particle physics, and have a perspective on the fundamental open questions in the field. It should also provide background for those pursuing a specialization in theoretical or experimental PP.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Constituintes e interações fundamentais. Cinemática Relativista. Secção eficaz. Unidades. Interação de partículas com a matéria. Detectores e Aceleradores. A experiência de Rutherford. Factores de forma, Potencial de Yukawa, difusão de eletrões. Raios cósmicos. Anti-matéria. Píões e múons. A estranheza. Mecânica Quântica Relativista: Colisões e decaimentos. Eq. de Klein-Gordon e de Dirac. Teoria quântica dos campos e diagramas de Feynman.:QED. Grupos e simetrias. O Zoo das partículas. Isospin. "The eightfold way": Os Quarks. Difusão inelástica profunda. Quarks e partões. A côr. O campo electromagnético. Invariância de gauge. As interações fracas. O modelo de Fermi. A violação da Paridade. A teoria V-A. O Modelo Standard Electrofraco Quebra espontanea de Simetria: O mecanismo de Higgs. Testes experimentais. A descoberta do Higgs. A matriz Kobayashi-MasKawa. A violação de CP. Neutrinos e Oscilações de Neutrinos. Astropartículas

6.2.1.5. Syllabus:

The building blocks and the fundamental interactions. Relativistic kinematics. Cross section. Unities. Interaction of particles with matter. Detectors and accelerators. Non relativistic Quantum Mechanics. Rutherford experiment. Form factors. Yukawa potential. Cosmic rays . Anti-matter. Yukawa meson: pions and muons. The strangeness. Relativistic Quantum Mechanics: Klein-Gordon and Dirac equations. Fermi golden rule: collisions and decays. Quantum field theory and Feynman diagrams. QED. Groups and symmetries. The particle Zoo: leptons, mesons and baryons. Isospin.

“The eightfold way”. Quarks. Deep inelastic scattering. Quarks and partons. The colour. Gauge invariance. Fermi Weak interactions. Parity violation. V-A. The electroweak standard model: SU(2)_L X U(1). Spontaneous symmetry breaking: the Higgs boson. Experimental tests of the Standard Model. The discovery of the Higgs boson. Kobayashi-Maskawa matrix. CP violation. Neutrinos oscillations. Astroparticle physics.

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

O programa cobre os estudos principais da atividade científica da área da Física de Partículas, o que corresponde ao objetivo da unidade curricular.

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

The program covers the principal studies of the scientific activity in the area of Particle Physics, which corresponds to the goal of the course unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Dependendo do número de alunos inscritos, esta cadeira tem uma componente lectiva clássica correspondente às aulas de introdução geral, seguida por uma componente tutorial em que o aluno é confrontado com alguns artigos que deve estudar e posteriormente discutir. A meio do semestre é escolhido um tópico de desenvolvimento que será apresentado pelo aluno, no final do semestre num seminário de 30 minutos, constituindo também a avaliação da unidade curricular.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Depending on the number of students enrolled, this course has a classical teaching component corresponding to general introductory classes, followed by a tutorial component in which the student is faced with some articles that he needs to study and discuss later. At midterm, the student choose a topic to develop and to be presented in a 30 minute seminar at the end of the semester, which is also part of the course unit evaluation.

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

Esta cadeira dada a sua especificidade exige um acompanhamento individual dos alunos, pelo que um seguimento semi-tutorial se afigura como o mais adequado. A avaliação enquadra-se no contexto deste ensino.

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

Due to its specificity, this course requires an individual monitoring of students, thus we consider that a semi-tutorial follow-up is the most appropriate. The evaluation fits into the context of this teaching.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

“Modern Particle Physics”, Mark Thomson, 2013, Cambridge University Press

“An introduction to particle and Astroparticle Physics” Alessandro De Angelis, Mário Pimenta, Springer

“Modelo Standard das Interações Electrofracas”, Jorge Romão, <http://porthos.ist.utl.pt/ftp/textos/ElectroWeakSM.pdf>

Mapa X - Fundamentos de Física dos Plasmas, Fusão Nuclear e Lasers

6.2.1.1. Unidade curricular:

Fundamentos de Física dos Plasmas, Fusão Nuclear e Lasers

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

Vasco Guerra (0.00)

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

Gonçalo Nuno Marmelo Foito Figueira (0.00), João Pedro Saraiva Bizarro (0.00)

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

Esta unidade curricular oferece formação básica na área científica de Física dos Plasmas, Fusão Nuclear e Lasers. Introduzem-se primeiro conceitos básicos sobre as propriedades dos plasmas, como os efeitos colectivos e de blindagem, a propagação de ondas electrostáticas e electromagnéticas nestes meios e os mecanismos de criação, transporte, perda e confinamento de partículas carregadas. Introduzem-se seguidamente conceitos básicos sobre fusão termonuclear controlada, lasers e interacção de lasers com plasmas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course provides a basic training in the scientific area of Plasma Physics, Nuclear Fusion and Lasers. The students are introduced to basic concepts and knowledge on plasma properties, collective effects and electrostatic shielding, wave propagation in plasmas, charged particle transport, losses and confinement mechanisms, controlled thermonuclear fusion, lasers and laser – plasma interactions.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos básicos da Física dos Plasmas. Tipos de plasma. Aplicações dos plasmas: da escala nano à astrofísica. Movimentos de partículas em campos eléctricos e magnéticos. Teoria fluido das ondas em plasmas. Fenómenos de transporte em plasmas. Confinamento de plasmas: equilíbrio e estabilidade. Fusão nuclear controlada via confinamento magnético e inercial. Lasers e interações laser-plasma.

6.2.1.5. Syllabus:

Basic concepts in plasma physics. Types of plasmas. Applications of plasmas: from the nanoscale to astrophysics. Single particle motions in E and B fields. Fluid theory of plasma waves. Transport phenomena in plasmas. Plasma confinement: equilibrium and stability. Controlled nuclear fusion via magnetic and inertial confinement. Lasers and laser-plasma interactions.

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

A UC introduz o aluno aos principais tópicos e aplicações da Física e Tecnologia dos Plasmas. São fornecidas as bases teóricas e os conceitos fundamentais, passando por vários exemplos de aplicação. A UC está estruturada em três módulos: fundamentos da física dos plasmas, teoria cinética de plasmas e introdução aos lasers e às interações laser-plasma. São apresentados e estudados vários exemplos de aplicação, incluindo detalhes dos resultados experimentais mais relevantes e simulações numéricas. Em sumário, os tópicos que se apresentam abrangem os principais conceitos intervenientes, quer na análise mais fundamental, quer na vertente tecnológica, bem como as ferramentas usualmente mais aplicadas, incluindo as de índole computacional.

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

This CU introduces the main topics and applications of Plasma Physics and Technology. It presents the theoretical bases and the fundamental concepts, including as well several examples of application. The CU is structured in three modules: fundamentals of plasma physics, plasma kinetic theory and introduction to lasers and laser-plasma interactions. In summary, the topics covered include the main concepts necessary both for a more fundamental understanding and for the development of technological applications, as well as the tools necessary to carry out the study, including computational ones.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC envolve um conjunto de metodologias de ensino, que tentam cobrir várias áreas de desenvolvimento pedagógico essenciais à formação de qualquer engenheiro. As aulas estão divididas entre aulas teóricas e de resolução de exercícios práticos sobre os conteúdos da UC, tendo sido desenvolvida documentação específica para o efeito. Existe ainda a participação de vários especialistas trabalhando na área, por forma a relacionar os alunos com trabalho no terreno and com os grandes projectos internacionais. A avaliação envolve a realização de testes escritos e exame final, onde se tentam incluir problemas e excertos de situações reais que devem ser analisados à luz dos conteúdos leccionados.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This UC involves numerous teaching methodologies, trying to cover several areas of educational development crucial to the formation of any engineer. The course is divided in theoretical lectures and resolution of practical exercises on the contents of the UC. Specific documentation has been prepared to support this approach. In addition, there are several lectures along the semester given by experts working in the field, so that the students can make the link with the field-work and with the large international projects. The evaluation consists of mandatory answers to various series of problems as home work, written exam and final oral exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Considerando o objectivo da UC, os métodos de ensino garantem uma sólida formação, sendo possível aos alunos identificar desafios, compreender os problemas e propor soluções usando diferentes técnicas. Diferentes tipos de metodologias de aprendizagem são utilizados na UC: seminários de especialistas, exercícios e teste final. A utilização de casos de estudo reais permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, aplicados à realidade, identificando os problemas, fazendo uma análise crítica dos mesmos e propondo novas soluções. O exame final é individual para estimular a interpretação de problemas exemplificativos dos conceitos leccionados, testando a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar, criticar e resolver problemas.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Considering the aim of the course, the teaching methodology provides a solid formation, allowing the students identify challenges, understand the problems and propose better solutions using different techniques. Different types of teaching methodologies are explored: seminars from specialists, resolution of practical exercises and a final exam. The use of real case studies allows students to understand the syllabus, applied to reality, resulting in a critical analysis of the problems identified and propose new solutions. The written final exam is an individual proof that stimulates the interpretation of the concepts taught, testing the student's ability to interpret, criticize and solve problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
*Introduction to plasma physics and controlled fusion, Francis F. Chen, 2006, Springer
 Introduction to plasma theory, Dwight R. Nicholson, 1992, Krieger Pub Co
 Fundamentals of Photonics, 2nd ed., B. E. A. Saleh, M. C. Teich, Wiley, 2007*

Mapa X - Métodos Experimentais Avançados em Física de Partículas I

6.2.1.1. Unidade curricular:
Métodos Experimentais Avançados em Física de Partículas I

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Fernando Barão (0.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
*Desenvolver a capacidade de compreensão e resolução de problemas na área instrumental da física de partículas.
 Neste curso pretende-se dar uma visão geral das técnicas modernas associadas à física de partículas.
 Os conceitos gerais de detecção de partículas, são discutidos no contexto da análise de experiências "correntes" de física de partículas e astropartículas (raios cósmicos).
 A selecção de eventos e os princípios da análise estatística bem como a simulação em computador das experiências através de técnicas de monte-carlo, são temas também tratados neste curso.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
*The aims of the course is to provide capability to understand and solve problems related to particle physics detection techniques, its instrumentation and data treatment.
 The detection techniques aspects are covered via an examination in detail of some modern particle and astroparticle physics experiments.
 The discussion of data analysis includes statistical methods, computer simulation of experiments, monte-carlo techniques and the discussion of experimental results.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
*. Princípios de detecção e concepção de experiências de física de partículas e astropartículas
 . Detecção de raios cósmicos na Terra e no Espaço*

- . *Seleccção de eventos em linha*
 - . *Instrumentação e Sistemas de aquisição de dados*
 - . *Métodos estatísticos*
 - . *Simulação computacional de experiências de física de partículas: métodos de monte-carlo*
- 6.2.1.5. Syllabus:
- . *Detection and design principles of particle and astroparticle physics experiments*
 - . *Cosmic rays detection at Earth and Space*
 - . *Event triggering and selection*
 - . *Instrumentation and Data Acquisition systems*
 - . *Statistical methods*
 - . *Computer simulation of particle physics experiments and monte-carlo methods*
- 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
O programa da disciplina cobre os temas fundamentais da atividade científica da área de Física Experimental de Partículas, o que corresponde ao objectivo da unidade curricular.
- 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The course syllabus covers the fundamental subjects of the scientific activity on the Experimental Particle Physics field, corresponding entirely to the main goals of the course.
- 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Apresentação de um trabalho sob a forma oral (45 min) e escrita.
- 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
A written report and a 45 minute presentation.
- 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.
- 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.
- 6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Experimentation: An introduction to measurement theory and experiment design, D.C. Baird, 1995, Prentice-Hall Inc. ; Particle Detectors, Claus Grupen, 1996, Cambridge University Press; Cosmic Rays and Particle Physics, Thomas Gaisser, 1991, Cambridge University Press; Experiments in Modern Physics, Adrian C. Melissinos and Jim Napolitano, 2nd ed., 2003, Academic Press; Experimental Techniques in High-Energy Nuclear and Particle Physics, Thomas Ferbel, 1987, Addison-Wesley ; Review of Particle Physics, S. Eidelman et al., 2004, Particle Data Group, Physics Letters B592, 1 (2004). <http://pdg.lbl.gov/>; Statistical Data Analysis, Glen Cowan, 1998, Oxford University Press

6.2.1.1. Unidade curricular:*Ondas e Instabilidades em Plasmas***6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Nuno Loureiro (0.00)***6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:***não aplicável***6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Aprender os conhecimentos de base da teoria cinética das ondas em plasmas. Ser capaz de utilizar as equações fundamentais da teoria cinética dos plasmas no estudo de diferentes tipos de ondas e instabilidades em plasmas.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***To learn basic knowledge on plasma wave kinetical theory. To be able to apply the fundamental equations of plasma wave kinetical theory to study different types of wave and instabilities in plasma systems.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

Teoria hidrodinâmica das ondas em plasmas;
 Plasmas magnetizados;
 Ondas em plasmas finitos;
 Acoplamento de modos;
 Instabilidades de feixe;
 Instabilidades de deriva;
 Instabilidades paramétricas;
 Resistividade anómala;
 Aplicações à fusão magnética;
 Aplicações à fusão por laser;
 Aplicações à Astrofísica;
 Novos aceleradores de partículas.

6.2.1.5. Syllabus:

Hydrodynamic theory of waves in plasmas;
 Magnetic plasmas;
 Waves in finite plasmas;
 Mode coupling;
 Beam instabilities;
 Drift instabilities;
 Parametric instabilities;
 Anomalous resistivity;
 Applications to magnetic fusion;
 Applications to laser fusion;
 Applications to Astrophysics;
 New particle accelerators.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Exame Final*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):*Final Examination***6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.***6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:***Waves in Plasmas, P. H. Stix, 1992, American Institute of Physics***Mapa X - Diagnósticos****6.2.1.1. Unidade curricular:***Diagnósticos***6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Horácio Fernandes (0.00)***6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:***não aplicável***6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Este curso é direccionado a estudantes que desejam ter uma preparação avançada tanto em física como em engenharia em fusão nuclear de forma a garantir as melhores competências educacionais para uma carreira na área da investigação relacionada com este tópico.**A disciplina de Diagnósticos aborda a vasta gama de sistemas de instrumentação e medida dos parâmetros de plasmas quentes e os métodos disponíveis para medir e qualificá-lo nas máquinas de fusão existentes e futuras tais como ITER e DEMO.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***This course is intended for students who wish to have an advance preparation on both physics and engineering in nuclear fusion in order to guarantee the best educational competences for a research career on this topic.**The discipline of Diagnostics cover the broad-band of general fusion and hot plasmas instrumentation and methods available to measure and qualify the plasma on existing fusion devices with particular emphasis on future machines like ITER and DEMO.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Princípios físicos e montagens experimentais clássicas para a determinação de parâmetros típicos do plasma das seguintes técnicas de diagnóstico: Sondas eléctricas e magnéticas; Interferometria;**Dispersão Thomson; Espectroscopia; Tomografia; Reflectometria;**Diagnóstico de íões pesados.**Diagnostics for Burning Plasmas.**Diagnósticos para o ITER.**Integração de Diagnósticos no ITER.**Diagnósticos para plasmas em fusão inercial.**Trabalho experimental: Sondas eléctricas; Heavy Ion Beam Diagnostic; Microwaves.***6.2.1.5. Syllabus:***Physics principles, typical set-ups and plasma parameter determination of the following diagnostic techniques: Electric and Magnetic Probes; Interferometry; Thomson Scattering; Spectroscopy;**Tomography; Reflectometry; Heavy Ion Beam Diagnostic.**Diagnostics for Burning Plasmas.**Diagnostics for ITER.*

Integration of Diagnostics in ITER.**Diagnostics for Inertial Fusion Plasmas.****Experimental Work: Electric Probes; Heavy Ion Beam Diagnostic; Microwaves.**

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame final (70%); Trabalho de laboratório (10%); Trabalho a realizar em 24 horas (20%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Final exam (70%); Laboratory work (10%); Work to be conducted in 24 hours (20%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principles of Plasma Diagnostics, I.H. Hutchinson, 2002, Cambridge University Press; ISBN: 978-0521803892; Tokamak Plasma Diagnostics, Equipe TFR, 1978, Nuclear Fusion 18, 5, (1978); Instrumentation for magnetically confined fusion plasma diagnostics, N.C. Luhmann Jr and W.A. Peebles, 1984, Review Scientific Instruments 55, 3, 279, (1984)

Mapa X - Concepção e Simulação de Detectores de Radiação

6.2.1.1. Unidade curricular:

Concepção e Simulação de Detectores de Radiação

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

Patrícia Carla Serrano Gonçalves (0.00), Bernardo António Neto Gomes Baptista Tomé (0.00)

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

não aplicável

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

Dar ao aluno um conhecimento aprofundado de técnicas de simulação de detectores de física de partículas e astropartículas . Ser capaz de implementar a um nível de trabalho de investigação uma simulação de um detector real.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To obtain a deep understanding of the simulation techniques of particle and astroparticle physics detectors. Implement, at the present research level, a real detector simulation . To implement, at the present research level, a real detector simulation .

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

I- Introdução às metodologias de simulação por processos de Monte Carlo

II- O ambiente geral de simulação Geant 4:

Descrição Geral

Introdução de geometrias

Caracterização dos meios físicos

Processos físicos envolvidos

Exemplos simples

III- Concepção e simulação de um detector que satisfaça requisitos experimentais específicos

6.2.1.5. Syllabus:

I- Introduction to the Monte Carlo Simulation methods.

II- The Geant4 framework:

General description

Introduction to the geometries

Physics processes

Examples

III- Design and implementation of a real detector simulation

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

Os conteúdos programáticos da Unidade Curricular Concepção e Simulação de Detectores de Radiação são os necessários para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos para esta unidade.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Validação dos projectos de simulação em diversos cenários físicos, incluindo comparação com dados reais e com trabalhos publicados ou a publicar.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Validation of the simulation work in several Physics scenarios

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Experimental Particle Physics, R. Fernow,, 1986, Cambridge University Press, 1986; Statistics for nuclear and particle physicists, Louis Lyons, 1986, Cambridge University Press, 1986; GEANT4, Cern Programs Library, 2006, GEANT4 HomePage: <http://geant4.web.cern.ch/geant4/>; GEANT Detector description simulation tool, R. Brun, F. Bruyant, M. Maire, A. C. McPherson, and P. Zancarini, 1984, CERN Program Library, Tech. Rep. CERN-DD/EE/84-1

Mapa X - Física e Tecnologia dos Semicondutores

6.2.1.1. Unidade curricular:

Física e Tecnologia dos Semicondutores

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

Reinhard Schwarz (28.0)**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
não aplicável****6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Baseado nos conhecimentos em Física do Estado Sólido, os alunos recebem uma introdução geral sobre materiais semicondutores, as propriedades ópticas e eléctricas e as características dos dispositivos como díodos, lasers e transistores a efeito de campo. Nas aulas laboratoriais os alunos podem analisar, experimentar, até brincar com dispositivos modernos. Incluem-se apresentações de descobertas importantes, galardoados com prémio Nobel, como o método de dopagem remota (2000), o efeito Hall quântico (1998), e os LEDs azuis (2014).

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Based on previous lectures on Solid State Physics, the students will receive a general introduction on semiconductor materials, optical and electrical properties and device characteristics of diodes, semiconductor lasers and field-effect transistors. In laboratory classes modern semiconductor devices are analyzed and integrated into simple circuits. The theoretical classes include the presentation of important discoveries, all rewarded by the Nobel prize, on remote doping (2000), the integer and fractional quantum Hall effect (1998), and blue LEDs (2014).

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Estrutura das bandas de energia de semicondutores (relação de dispersão, massa efectiva, lacunas). 2. Propriedades ópticas (constantes ópticas, banda proibida, desordem). 3. Estatística das densidades de carga (distribuição de Fermi, equilíbrio térmico, dopagem). 4. Propriedades de transporte (mobilidade, efeito de Hall, fotocondutividade, deriva e difusão, relação de Einstein). 5. Junção p-n (característica I-V, equação de Shockley). 6. Transistores (transistor de junção bipolar, estruturas MIS, MOSFETs). 7. Métodos espectroscópicos (espectro de absorção óptica, espectroscopia de Raman, electroluminescência, fotoluminescência). 8. Prémio Nobel sobre remote doping (Alférov 2000). 9. Prémio Nobel sobre efeito Hall quântico (von Klitzing 1985 e Tsui 1998). 10. Prémio Nobel sobre LEDs e lasers azuis (Nakamura 2014).

6.2.1.5. Syllabus:

1. Band structure of semiconductor materials (dispersion relation, effective mass, holes). 2. Optical properties (optical constants, band gap, disorder). 3. Carrier statistics (Fermi distribution, thermal equilibrium, doping). 4. Transport properties (mobility, Hall effect, photoconductivity, drift and diffusion, Einstein relation). 5. p-n junction (I-V characteristic, Shockley equation). 6. Transistors (bipolar junction transistor, Schottky effect, MIS structures, MOSFETs). 7. Spectroscopy (optical absorption spectra, Raman spectroscopy, electro- and photoluminescence). 9. Nobel prize for remote doping (Alférov 2000). 9. Nobel prize on quantum Hall effect (von Klitzing 1985 and Tsui 1998). 10. Nobel prize on blue LEDs and lasers (Nakamura 2014).

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

Os alunos vão apreender o tópico de física e tecnologia de semicondutores nas aulas teóricas. Durante todo o semestre os alunos participam em aulas de laboratórios para efectuar medidas de espectroscopia óptica, de características eléctricas e de estudo de dispositivos. São pedidos dois relatórios sobre estes trabalhos.

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

The students will receive an overview of semiconductor physics and technology during the theoretical lectures. Practical aspects will accompany the classes throughout the semester with laboratory classes on optical spectroscopy, electrical characterization, device studies which will result in two extensive reports.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A cadeira de Física e Tecnologia de Semicondutores (FTS) faz parte do programa doutoral em Engenharia de Física Tecnológica do IST. São apresentados os aspectos de física do estado sólido nos materiais semicondutores. Os conteúdos teóricos são acompanhados por trabalhos experimentais com diferentes tipos de dispositivos semicondutores. Há três aspectos na base da metodologia do leccionamento desta cadeira. Primeiro, as aulas teóricas, com literatura associada, fornecem uma profunda análise e compreensão do tópico. Segundo, as aulas laboratoriais complementam a matéria das aulas teóricas com trabalhos de verificação experimental da teoria de dispositivos reais. Terceiro, os alunos devem redigir dois relatórios extensivos sobre os trabalhos experimentais. Ao fim do semestre, a matéria abordada nas aulas teóricas será verificada num exame escrito com duração de 3 horas. Trabalhos para casa: 3 relatórios 30 %; Laboratórios: 2 relatórios 20 %; Exame: 50 %

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course in Physics and Technology of Semiconductors (FTS) is part of the Curriculum of the PhD program in

Engineering of Technological Physics at IST. Based on relevant aspects of Solid State Physics in semiconductor materials, the course will give provide basic understanding of semiconductor physics and experimental work with semiconductor materials and devices. There are 3 aspects underlying the methodology of teaching of this class: One, the theoretical lectures and the accompanying literature give a deeper understanding of the topic. Second, the experimental classes are intended to motivate the interested students and to complement the theoretical classes by actual verification in real devices. Third, the students will deliver two extensive reports on experimental work. At the end of the semester, the course material will be verified in a written exam of 3 hours duration. Homework: 3 reports 30 %; Laboratories: 2 reports 20 %; Exam: 50 %

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para o estudantes desenvolverem as competências na análise teórica e na aplicação experimental do domínio da física de dispositivos semicondutores.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes. The list of topics of the semiconductor lecture will give the students the possibility to develop competence for theoretical analysis and for experimental application in the field of semiconductor devices physics.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal:

1. Fundamentals of Semiconductors - Physics and Materials Properties

P. Yu and M. Cardona

Springer 2010

2. Solid State Electronic Devices

B.G. Streetman

Prentice-Hall 1990

Secundária:

1. Physics of Semiconductor Devices

S.M. Sze and Kwok K. Ng

Wiley 2006

2. Solid State Physics

N.W. Ashcroft and N.D. Mermin

Holt, Rinehart and Winston 1976

3. Physical Models of Semiconductor Quantum Devices

Y. Fu and M. Willander

Springer 1999

Mapa X - Tópicos Avançados em Física das Partículas e Astropartículas I

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tópicos Avançados em Física das Partículas e Astropartículas I

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

Mário Pimenta (0.00), Jorge Romão (0.00)

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

não aplicável

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

Dar ao aluno um conhecimento aprofundado e actual de alguns temas seleccionados, teóricos e experimentais, de física de partículas e astropartículas. Ser capaz de perceber, ao nível de trabalho de investigação actual, alguns temas teóricos e experimentais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To obtain a deep and updated understanding of some selected, theoretical or experimental, subjects in particle and astroparticle physics. To understand, at the present research level some experimental and theoretical subjects.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa está organizado por módulos que cobrem todas as áreas de investigação em Física de Partículas e Astropartículas e que é comum para os dois semestres. Cada aluno de acordo com o seu plano de estudos desenvolverá em cada semestre um sub-conjunto destes módulos.

A-Física Partículas

- 1) *Violação de CP e bariogénese. Física de neutrinos e leptogénese.*
- 2) *Cromodinâmica Quântica e a liberdade assintótica. Confinamento.*
- 3) *Supersimetria. O modelo mínimo supersimétrico.*
- 4) *Difusão inelástica profunda; electroprodução em eutrino-produção; funções de estrutura.*
- 5) *Modelo dos partões; os partões como quarks; previsões experimentais. Partões em Cromodinâmica Quântica; comparação com os dados experimentais. Modelo dos partões e QCD na aniquilação electrão positrão. Funções de fragmentação.*

B-Astropartículas

- 6) *Neutrinos solares e astrofísicos*
- 7) *Raios gama*
- 8) *Detecção de matéria escura*

6.2.1.5. Syllabus:

The program is organized in main subjects covering all research areas in the field. These topics are common to both semesters. Each student will follow, in each semester, a subset of these subjects according to his/her plan of study.

A- Particle Physics

- 1)-*CP Violation and Baryogenesis. Neutrino Physics and Leptogenesis.*
- 2)-*Quantum Chromodynamics and asymptotic freedom. Quark confinement.*
- 3)-*Supersymmetry. The Minimal Supersymmetric Standard Model.*
- 4)-*Deep inelastic scattering; electroproduction and neutrino production; structure functions*
- 5)-*Parton model; quarks-partons; experimental predictions. Partons in QCD; comparison with experimental results. Parton model and QCD in e+e- annihilation. Fragmentation functions.*

B-Astroparticle Physics

- 6)-*Astrophysical and solar neutrinos*
- 7)-*Gamma rays*
- 8)-*Dark matter detection*

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos e ficarem com a formação necessária para iniciarem trabalho de investigação na área.

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

Considering the objectives of this the UC, the topics covered aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described above, and to bring them to start research in the field.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalho individual escrito com apresentação oral de 30 min

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

A 30 min final seminar based in a specific individual written work

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objectivos da unidade curricular. Assim considera-se fundamental que os alunos realizem trabalho autónomo nesta área para ficarem em condições de iniciarem o trabalho de investigação.

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

The teaching methodologies were thought in such a way that the students can develop a broad knowledge in the fields of Particle and Astroparticle Physics, in agreement with the goals and syllabus of the course. It is of fundamental importance that the students learn how to do autonomous work and start research in this area.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Introduction to Supersymmetry, D. Bailin, A. Love, 1994, IOP Publishing, Bristol, 1994;
CP Violation, Gustavo Castelo Branco, Luís Lavoura and João Paulo Silva,, 1999, Oxford U. P., New York, 1999;
NuPECC REPORT on Neutrino Physics:, varios, 1997, http://www.nupecc.org/report97/report97_pre/report97_pre.html;
Folhas dos Tópicos, S. Ramos,, 2005, Edição do autor, IST, 2005;
Hadron Interactions, P. Collins, A. Martin, 1984, Adam Hilger, 1984;
Phenomenology of Neutrino Oscillations, S.M. Bilenky, C. Giunti and W. Grimus, 1999, Prog. Part. Nucl. Phys. 43 (1999) 1 (hep-ph/9812360)*

Outra bibliografia será escolhida conforme os sub-tópicos que forem seleccionados pelos alunos

Mapa X - Tecnologias a Plasma para Processamento de Materiais**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Tecnologias a Plasma para Processamento de Materiais

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

Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas (0.00), Luís Alves (0.00)

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

não aplicável

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

Oferecer formação específica na área das tecnologias de plasma, correntemente utilizadas no processamento de materiais.

Permitir um contacto dos alunos com várias configurações de reactores a plasma, garantindo-lhes formação especializada que os torne aptos a

- a)- compreender o seu funcionamento básico*
- b)- abordar a sua modelização predictiva*
- c)- propor novos tipos de dispositivos*
- d)- manipular alguns reactores a plasma, para processamento de materiais.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide specific training in plasma technology for material processing.

To present different plasma reactors, while ensuring a specific training that allows

- <p>- to understand the main operation features of plasma reactors</p>*
- <p>- to approach the predictive modelling of plasma reactors</p>*
- <p>- to propose new device configurations</p>*
- <p>- to operate with some plasma reactors for material processing</p>*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**1. Introdução geral**

Plasmas: Características gerais Plasmas de descargas: características gerais

2. Reactores a plasma para o processamento de materiais

Esquema geral de um reactor a plasma. Classificação geral dos reactores a plasma. Análise de um reactor a plasma

3. Reactores capacitivos de radio-frequência

Características de operação. Análise das bainhas de carga de espaço. Modelo homogéneo 1D descarga ccrf. Circuito de acoplamento. Potência acoplada ao plasma. Dinâmica dos iões nas bainhas

4. Reactividade em plasmas

Estrutura energética de átomos e moléculas. Colisões atómicas e moleculares. Equações de balanço

5. Reactividade plasma-superfície

Processamento de materiais a plasma. Interacção com superfície

6. Modelização de reactores a plasma

Modelos de plasma de descarga. Equações tipo fluido

Exemplo de aplicação. Modelização de um reactor rf de acoplamento capacitivo, para pecvd de a-Si:H

6.2.1.5. Syllabus:

1. General introduction

Plasmas: general characteristics. Discharge plasmas: general characteristics

2. Plasma reactors for material processing

General scheme of a plasma reactor. General classification of plasma reactors. Analysis of a plasma reactor

3. Capacitively-coupled radio-frequency reactors

Operation features. Analysis of space-charge sheaths. Homogeneous 1D model of a ccrf discharge. Matching box.

Power coupled to the plasma. Ion dynamics within the sheaths

4. Plasma reactivity

Energy structure of atoms and molecules Atomic and molecular collisions Rate balance equations

5. Plasma-surface reactivity

Plasma-assisted material processing, Interaction with surface

6. Modeling of plasma reactors

Models of plasma discharges, Fluid equations

Application example. Modeling of a capacitively-coupled rf reactor, for pecvd of a-Si:H

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objetivos curriculares estabelecidos.

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objetivos curriculares estabelecidos.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Seminários realizados pelos alunos (peso 80%)

Resolução de problemas propostos (peso 20%)

Informação sobre prestação laboratorial: INESC-MN / grupo do Prof. Paulo Freitas (suficiente: +1 valor; insuficiente: -1 valor)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Seminars presented by students (80% weight)

Solution to proposed problems (20% weight)

Experimental labwork: INESC-MN / Prof. Paulo Freitas group (sufficient: +1 point; insufficient: -1 point)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Lecture Notes on Principles of Plasma Processing, F. F. Chen e J.P. Chang, 2003, Kluwer Academic / Plenum Publishers, ISBN: 0-306-47497-2; Handbook of Advanced Plasma Processing Techniques, R. J. Shul e S. J. Pearton (eds.), 2000, Springer, ISBN: 3-540-66772-5; Principles of Plasma Discharges and Materials Processing, M. A. Lieberman e A. J. Lichtenberg, 1994, John Wiley, ISBN: 0-471-00577-0

Mapa X - Descargas em Gases

6.2.1.1. Unidade curricular:

Descargas em Gases

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

Luís Alves (0.00)

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

não aplicável

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

Introdução à Física das Descargas em Gases com o propósito de aplicar os fundamentos da teoria cinética às descargas em gases. A disciplina centra-se no estudo da equação cinética de Boltzmann para os electrões em diferentes situações e na determinação da função de distribuição da velocidade dos electrões, na presença de campos eléctricos contínuos e variáveis no tempo. Os efeitos produzidos pelas colisões elásticas e inelásticas são analisados em detalhe. Os efeitos produzidos pelas colisões coulombianas são igualmente analisados, usando neste caso a equação de Fokker-Planck.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Introduction to the Physics of Gas Discharges with the main purpose of applying the fundamentals of kinetic theory to the gas discharges. The course is focused on the study of the kinetic Boltzmann equation for the electrons in different situations, as well as in the determination of the electron velocity distribution function, in the presence of DC and time-varying electric fields. The effects produced by elastic and superelastic collisions are analyzed. The effects produced by coulomb collisions are analyzed as well using the Fokker-Planck equation.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1 - Tópicos avançados sobre descargas.

2 - Descrição cinética microscópica de um gás: Equação cinética de Boltzmann; Gás de Lorentz electrão-molécula; Acção de um campo eléctrico contínuo; Colisões elásticas, inelásticas e superelásticas; Difusão dos electrões; Efeito de campos de carga de espaço; Campo eléctrico variável; Presença de um campo magnético estacionário axial; Ressonância ciclotrónica dos electrões; Tensor de difusão.

3 - Descrição cinética macroscópica de um gás: Equações hidrodinâmicas de transporte; Difusão sob a acção de efeitos de campos de carga de espaço; Coluna de plasma controlada por difusão; Coluna de plasma em regime de queda livre.

4 - Descrição de gás fortemente ionizado: Difusão num campo coulombiano; Secção eficaz de Rutherford; Equação de Fokker-Planck; Equação de Fokker Planck aplicada às colisões electrão-ião e electrão-electrão.

6.2.1.5. Syllabus:

1 - Advanced topics on gas discharges

3 - Kinetic microscopic description of an ionized gas: Boltzmann kinetic equation; Lorentz gas electron-molecule; Effect produced by a DC electric field; Elastic, inelastic and superelastic collisions; Electron diffusion; Space-charge field effects; Time-varying electric field; Presence of an axial stationary magnetic field; Electron cyclotron resonance; Electron diffusion tensor.

4 - Kinetic macroscopic description of an ionized gas: Hydrodynamic transport; Diffusion under the effects of space-charge fields; Plasma column controlled by diffusion; Plasma column in free-fall regime.

5 - Description of a highly ionized gas: Diffusion in a coulomb field; Rutherford cross section; Fokker-Planck equation; Fokker-Planck equation applied to electron-ion collisions and electron-electron collisions.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Resolução de um problema integrado seguido por uma discussão oral.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Integrated problem solving followed by an oral discussion.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physique des Plasmas, Jean-Loup Delcroix e Abraham Bers, 1994, InterÉditions / CNRS Éditions; Gaseous Electronics and Gas Lasers, Blake E. Cherrington Oxford, 1979, Pergamon Press; Motions of Ions and Electrons, W. P. Allis, Handbuch der Physik, vol. 21, 1956, S. Flugge, Springer-Verlag – Berlin

Mapa X - Tópicos Avançados em Física das Partículas e Astropartículas II

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tópicos Avançados em Física das Partículas e Astropartículas II

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

Como opção a UC não funcionou no semestre considerado. Mário Pimenta (0.00), Jorge Romão (0.00)

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

não aplicável

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

Dar ao aluno um conhecimento aprofundado e actual de alguns temas seleccionados, teóricos e experimentais, de física de partículas e astropartículas. Ser capaz de perceber, ao nível de trabalho de investigação actual, alguns temas teóricos e experimentais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To obtain a deep and updated understanding of some selected, theoretical or experimental, subjects in particle and astroparticle physics. To understand, at the present research level some experimental and theoretical subjects.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa está organizado por módulos que cobrem todas as áreas de investigação em Física de Partículas e Astropartículas e que é comum para os dois semestres. Cada aluno de acordo com o seu plano de estudos desenvolverá em cada semestre um sub-conjunto destes módulos.

A-Física Partículas

- 1) Violação de CP e bariogénese. Física de neutrinos e leptogénese.***
- 2) Cromodinâmica Quântica e a liberdade assintótica. Confinamento.***
- 3) Supersimetria. O modelo mínimo supersimétrico.***
- 4) Difusão inelástica profunda; electroprodução em eutrino-produção; funções de estrutura.***
- 5) Modelo dos partões; os partões como quarks; previsões experimentais. Partões em Cromodinâmica Quântica; comparação com os dados experimentais. Modelo dos partões e QCD na aniquilação electrão positrão. Funções de fragmentação.***

B-Astropartículas

- 6) Neutrinos solares e astrofísicos***
- 7) Raios gama***

8) Detecção de matéria escura

6.2.1.5. Syllabus:

The program is organized in main subjects covering all research areas in the field. These topics are common to both semesters. Each student will follow, in each semester, a subset of these subjects according to his/her plan of study.

A- Particle Physics

- 1)-CP Violation and Baryogenesis. Neutrino Physics and Leptogenesis.
- 2)-Quantum Chromodynamics and asymptotic freedom. Quark confinement.
- 3)-Supersymmetry. The Minimal Supersymmetric Standard Model.
- 4)-Deep inelastic scattering; electroproduction and neutrino production; structure functions
- 5)-Parton model; quarks-partons; experimental predictions. Partons in QCD; comparison with experimental results. Parton model and QCD in e+e- annihilation. Fragmentation functions.

B-Astroparticle Physics

- 6)-Astrophysical and solar neutrinos
- 7)-Gamma rays
- 8)-Dark matter detection

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos e ficarem com a formação necessária para iniciarem trabalho de investigação na área.

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

Considering the objectives of this the UC, the topics covered aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described above, and to bring them to start research in the field.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalho, com apresentação oral num seminário de 30 m

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

A 30 min final seminar based in a specific individual work

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objectivos da unidade curricular. Assim considera-se fundamental que os alunos realizem trabalho autónomo nesta área para ficarem em condições de iniciarem o trabalho de investigação.

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

The teaching methodologies were thought in such a way that the students can develop a broad knowledge in the fields of Particle and Astroparticle Physics, in agreement with the goals and syllabus of the course. It is of fundamental importance that the students learn how to do autonomous work and start research in this area.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Introduction to Supersymmetry, D. Bailin, A. Love, 1994, IOP Publishing, Bristol, 1994;
CP Violation, Gustavo Castelo Branco, Luís Lavoura and João Paulo Silva,, 1999, Oxford U. P., New York, 1999;
NuPECC REPORT on Neutrino Physics:, varios, 1997, http://www.nupecc.org/report97/report97_pre/report97_pre.html;
Folhas dos Tópicos, S. Ramos,, 2005, Edição do autor, IST, 2005;
Hadron Interactions, P. Collins, A. Martin, 1984, Adam Hilger, 1984;
Phenomenology of Neutrino Oscillations, S.M. Bilenky, C. Giunti and W. Grimus, 1999, Prog. Part. Nucl. Phys. 43 (1999) 1 (hep-ph/9812360)*

Outra bibliografia será escolhida conforme os sub-tópicos que forem seleccionados pelos alunos

Mapa X - Tópicos Avançados em Física dos Plasmas, Fusão Nuclear e Lasers

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tópicos Avançados em Física dos Plasmas, Fusão Nuclear e Lasers

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

Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves

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

Marta Leitão Mota Fajardo, Nuno Filipe Gomes Loureiro, Luís Miguel de Oliveira e Silva

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

Esta unidade curricular ministra formação avançada em ciência e engenharia dos plasmas, conduzindo os alunos até às fronteiras do conhecimento actual nos tópicos mais importantes da área científica de Física dos Plasmas, Fusão Nuclear e Lasers.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course provides advanced training in plasma science and engineering, leading the students to the frontiers of knowledge in the most important topics of the scientific area of Plasma Physics, Nuclear Fusion and Lasers.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Ciência e engenharia dos plasmas frios
Ciência e engenharia dos plasmas de fusão magnética
Física dos plasmas de alta densidade de energia
Plasmas espaciais e astrofísicos*

6.2.1.5. Syllabus:

*Low-temperature plasma science and engineering
Plasma science and engineering of magnetic fusion
Plasma physics at high energy density
Space and astrophysical plasmas*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*- Trabalhos para casa (tipicamente 2 problemas de nível médio de dificuldade, por módulo)
Os TPCs de cada módulo são opcionais. Se resolvidos, devem ser entregues até à data do Exame do módulo.*

*- Exame final com consulta (incluindo problemas / questões de escolha múltipla / questões teóricas)
1 Exame por módulo, com duração máxima de 2h. Os Exames são obrigatórios*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*- Homework assignments (typically 2 problems with average difficulty, per module)
The homework assignments of each module are optional. If presented, they are due (at the latest) just before the Exam of the module*

*- Final open-book exam (including problems / multiple-choice questions / theoretical questions)
1 Exam per module, with maximum duration of 2h. The Exams are mandatory*

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos mediante aulas teóricas, de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through theoretical lectures, demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Gaseous Electronics and Gas Lasers*, Blake E. Cherrington Oxford, 1979, Pergamon Press
- *Plasma Physics and Fusion Energy*, J. P. Freidberg, 2008, Cambridge University Press
- *High-Energy-Density Physics: Fundamentals, Inertial Fusion, and Experimental Astrophysics*, R. Paul Drake, Springer, 2006
- *Advanced Space Plasma Physics*, R.A. Treumann and W. Baumjohann, 1997, Imperial College Press

Mapa X - Técnicas em Física de Partículas**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Técnicas em Física de Partículas

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

Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos (0.00)

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

não aplicável

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

Dominar diferentes técnicas de deteção de modo a obter as capacidades necessárias para a concepção de novas experiências que exigem desenvolvimentos tecnológicos.. Adquirir conhecimentos sobre as principais ferramentas de análise e tratamento de dados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To master different detection techniques in order to acquire the necessary capacities for its subsequent use and for future design of new experiences demanding new technologies. To acquire knowledge on the main tools of analysis and data treatment.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Detectores em Física de Partículas: Princípios gerais de deteção. Detectores específicos. Métodos de alinhamento e de calibração de detectores. Análise e tratamento de dados: Grandezas físicas e medidas. Smearing. Eficiências globais e diferenciais. Técnicas de Monte-Carlo. Métodos de análise de dados. O ambiente de análise gráfica ROOT. A biblioteca CERNLIB. Aplicações ao Meio Ambiente e à Geofísica.

6.2.1.5. Syllabus:

Detectors in Particle Physics: General principles of detection. Specific detectors. Methods of detector alignment and calibration. Analysis and data handling: Physical and measured quantities. Smearing. Total and differential efficiencies. Monte-Carlo techniques. Methods of data analysis. The graphical analysis tool ROOT. The CERNLIB library. Applications to Medicine and Geophysics.

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

Esta unidade curricular tem como objetivo o aprofundamento das diferentes técnicas de deteção e instrumentação associada selecionadas de acordo com o programa de doutoramento do estudante. A organização do programa em temas possibilita plenamente a prossecução dos objetivos.

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

This course aims at deepening the different detection techniques and associated instrumentation according to the student's PhD program. The organization of the program in subjects fully enables the achievement of the goals.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta disciplina tem uma componente lectiva breve, a que se segue trabalho experimental de índole técnica adequado

ao perfil e objectivos de cada estudante , em que este é inserido num grupo de investigação. No final do semestre o estudante faz uma apresentação oral com discussão sobre um dos assuntos do trabalho desenvolvido.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course has a short teaching component, followed by an experimental technical work matching each student's profile and goals, in the frame of a research group. At the end of the semester, the student gives an oral presentation, with discussion, concerning one of the developed subjects

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

Dada a sua especificidade, esta cadeira exige um acompanhamento individual dos alunos, pelo que um seguimento tutorial se afigura como o mais adequado. A avaliação enquadra-se no contexto deste ensino.

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

Due to its specificity, this course requires an individual monitoring of students, thus we consider that a tutorial follow-up is the most appropriate. The evaluation fits into the context of this teaching.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *"Introduction to Experimental Particle Physics", R. Fernow*
- *"Detectors for Particle Radiation", K. Kleinknecht*
- *"Statistical Data Analysis", G. Cowan*
- *Programs of data handling and data analysis from CERN experiments.*

Mapa X - Sistemas de Instrumentação e Electrónica

6.2.1.1. Unidade curricular:

Sistemas de Instrumentação e Electrónica

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

Horácio Fernandes (0.00)

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

não aplicável

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

Dotar o aluno de conhecimentos e prática laboratorial suficientes para dimensionar e automatizar uma experiência científica através de instrumentação capaz de mapear a realidade física em dados numéricos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Is expected in this course that the student will retain suitable knowledge to project a scientific experiment with the necessary instrumentation for a complete automatic control and data acquisition with the capability to map the physic reality in numerical data.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Dimensionamento e requisitos electrónicos de experiências científicas modernas.

Transdutores, sensores e detectores.

Condicionamento de Sinal: filtros, amplificadores e electrónica não-linear.

Aplicação de conversores analógico-digitais e barramentos série de comunicação.

Controlo activo de dispositivos: actuadores, fontes de alimentação e amplificadores de potência.

Motorização de dispositivos.

6.2.1.5. Syllabus:

Electronic requirements for modern scientific laboratories.

Transducers, sensors and detectors.

Signal conditioning: filters, amplifiers and non-linear electronic devices.

Applications with analog to digital converters (ADCs) and serial communications.

Active control: actuators, power supplies and power amplifiers.

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

curricular.

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Projecto de automação e montagem duma experiência exemplificativa da matéria. Apresentação e discussão oral do mesmo.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Complete project and automation of a laboratory experiment. Oral presentation and discussion.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Applied Electronic Instrumentation and Measurement , David Buchla / Wayne McLachan , 1992, Macmillan Publishing Company, 1992; Data Acquisition and Control Handbook, ebook, Keithley, 2006, www.keithley.com

Mapa X - Técnicas de Instrumentação Nuclear**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Técnicas de Instrumentação Nuclear

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

Sérgio Ramos (0.00)

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

não aplicável

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

Obter conhecimentos e experiência de manuseamento nas diferentes técnicas de deteção e instrumentação associada de modo a obter as capacidades necessárias para sua utilização posterior e para a concepção futura de novas experiências que exigem desenvolvimento de novos detectores.

Obter capacidades de desenvolvimento de detectores para aplicação em outras áreas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To obtain knowledge and experimental skill in the different detection techniques and associated instrumentation in order to acquire the necessary capacities for its subsequent use and for future design of new experiences demanding development of new detectors.

To get ability on detectors development in view of the application to other areas.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Física dos Detectores:

Perda de energia; poder de paragem; alcance; difusão múltipla

Radiação sincrotrão, de transição e Cherenkov
Técnicas de detecção em Fís. Nuc. e de Partículas:
Medição de posição: Câmaras multifios, de deriva, TPC
Medição de tempo: PM e PM multianódicos
Medição de velocidade: detector Cherenkov, de rad. de transição, de tempo de voo
Medição de energia: calorímetros electromagnéticos e hadrónicos
Medição de momento: ímans deflectores e telescópios
Identificação de partículas
Métodos de calibração. Eficiências e resoluções
Módulos electrónicos digitais
Curva de coincidências e eventos fortuitos
Trigger e electrónica de decisão: matrizes de trigger; método CF; TDC
Técnicas de bufferização e paralelismo na aquisição de dados
Grandezas físicas e medidas. Smearing
Eficiências globais e diferenciais
Aplicações à Medicina, Geofísica, Biociências, Meio Ambiente

6.2.1.5. Syllabus:

Principles of Detection Physics:
Energy loss; stopping power; range; multiple scattering.
Synchrotron, Transition, Cherenkov radiations.
Detection techniques in Nucl. and Part. Phys.:
Measurement of position: MWPC. Drift chambers, TPC.
Measurement of time: PM, maPM.
Measurement of speed: Cherenkov, transition rad. detectors. Time of Flight detector.
Measurement of energy: electromagnetic, hadronic calorimeters.
Measurement of moment: deflecting magnets, telescopes.
Particle identification.
Methods of detector calibration. Efficiencies, resolutions.
Associated instrumentation, data acquisition:
Digital electronics modules
Coincidences curve; randoms.
Decision electronics: trigger matrices; CF method; TDC
Buffering, parallelization techniques in data acquisition.
Analysis and data handling:
Physical and measured quantities. Smearing
Total and differential efficiencies.
Applications to Medicine, Geophysics, Biosciences, Environment

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação de um trabalho final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Oral presentation of a final work

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of

demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, W.R. Leo, Springer-Verlag, 1994, ISBN 0-387-57280-5; Measurement and Detection of Radiation, N. Tsoulfanidis, Taylor & Francis, 1995, ISBN 1-56032-317-5; Detectors for Particle Radiation, K. Kleinknecht, Cambridge Univ. Press, 1999, ISBN 0-521-64854-8

Mapa X - Física e Tecnologia das Radiações

6.2.1.1. Unidade curricular:

Física e Tecnologia das Radiações

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

José Vaz (0.00)

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

não aplicável

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

Estudo de aplicações tecnológicas envolvendo a utilização de feixes de partículas e campos de radiação em múltiplos sectores de investigação científica, indústria e engenharia.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Study of technological applications of particle beams and radiation fields, to different aspects of scientific research, industry and engineering.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução e conceitos básicos (grandezas físicas e medidas, conceitos fundamentais de análise e tratamento de dados)*
- 2. Interações da radiação/partículas com a matéria*
- 3. Processos radioactivos*
- 4. Detectores*
- 5. Dosimetria*
- 6. Aplicações Tecnológicas*
- 7. Desenvolvimento de simulações de interação da radiação com a matéria utilizando GEANT4*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Introduction and basic concepts (physical quantities and measurement, fundamental analysis concepts and data treatment)*
- 2. Interactions of particles/radiation with matter*
- 3. Radioactive processes*
- 4. Detectors*
- 5. Dosimetry*
- 6. Technological Applications*
- 7. Development of radiation interaction simulations with Geant4*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning

outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalhos ao longo do semestre. Trabalho final. Apresentação pública do trabalho final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Works during the semester. Final work. Public presentation of the final work.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Atoms, Radiation, and Radiation Protection, James E. Turner, 1995, John Wiley & Sons, Inc.; Geant4: A toolkit for the simulation of the passage of particles through matter, The Geant4 Collaboration, 2011, ; Radiation Detection and Measurement, C. F. Knoll, 2000, John Wiley; Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, Frank Herbert Attix, 1986, John Wiley & Sons, Inc.-2004 WILEY-VCH

Mapa X - Física-Munique 1

6.2.1.1. Unidade curricular:

Física-Munique 1

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

Horácio Fernandes (0.00)

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

não aplicável

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

Este curso é direccionado a estudantes que pretendem ter uma preparação avançada quer em física, quer em engenharia em fusão nuclear de forma a garantir as melhores competências educacionais para uma carreira em investigação sobre este tópico.

A disciplina leccionada em Munique pretende abordar os pontos teóricos principais relacionados com tokamaks e máquinas similares de fusão nuclear.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course is intended for students who wish to have an advance preparation on both physics and engineering in nuclear fusion in order to guarantee the best educational competences for a research career on this topic.

The discipline lectured at Munich is intended to cover the main theoretical issues related with tokamaks and similar nuclear fusion machines.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Reversed Field Pinch (RFP), estabilidade e transporte, incluindo resultados experimentais.

Materiais para a primeira parede de reactores.

Teoria do transporte turbulento.

Transporte turbulento: resultados experimentais.

Instabilidades magnetohidrodinâmicas (MHD) e limites no desempenho.

Instabilidades magnetohidrodinâmicas cíclicas.

Scrape Off Layer (SOL) e física do divisor.

Física do pedestal.

Física do aquecimento por ondas electromagnéticas (RF).

**Tokamak: Cenários.
Teoria do transporte neoclássico.**

6.2.1.5. Syllabus:

*Reversed Field Pinch (RFP) Equilibrium, Stability and Transport including experimental RFP results.
First Wall Materials in Fusion Research.
Turbulent Transport Theory.
Turbulent Transport and Experimental Results.
Magnetohydrodynamics (MHD) Instabilities and its Limiting Performance.
Cyclic MHD Instabilities.
Scrape Off Layer (SOL) and Divertor Physics.
Pedestal Physics.
Physics of Radio Frequency Heating.
Tokamak Scenarios.
Neoclassical Transport Theory.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Realização de um exame e apresentação de um seminário, sendo este último obrigatório mas sem influência na classificação.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Final exam and seminar, the latter being obligatory but without influence in the final mark.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion , Francis F. Chen, 1984, Plenum Press, New York; ISBN: 978-030641332; Plasma Physics and Fusion Energy, Jeffrey P. Freidberg, 2008, Cambridge University Press; ISBN: 978-0521733175; Fundamentals of Plasma Physics and Controlled Fusion, Kenro Miyamoto, 1997, Iwanami Book Service Center; ISBN: 978-4900491113 ; Waves in Plasmas, Thomas H. Stix, 1992, Springer; ISBN: 978-0883188590

Mapa X - Física da Informação Clássica e Quântica

6.2.1.1. Unidade curricular:

Física da Informação Clássica e Quântica

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

Yasser Rashid Revez Omar (56.00)

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

não aplicável

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

Esta disciplina tem por objectivo oferecer aos alunos uma introdução ao campo da Física da Informação, nomeadamente à área emergente da Teoria da Informação Quântica, cobrindo os seus fundamentos físicos, assim como as suas aplicações revolucionárias à computação, à criptografia e às telecomunicações, e respectivas tecnologias. Trata-se de uma área típica da engenharia física, neste caso onde a física fundamental está directamente na base de aplicações práticas/comerciais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course aims at offering graduate students an introduction to the field of the Physics of Information, namely to the emergent area of Quantum Information Theory, covering both its physical foundations and its revolutionary applications to computation, cryptography and telecommunications, and their respective technologies.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. A Física da Informação

2. Mecânica Quântica: resultados essenciais e novidades

3. O entrelaçamento (entanglement) de estados

4. Teoria da Informação Quântica

5. Computação Quântica

6. Criptografia Quântica

7. Conclusão

Para mais detalhes, consultar: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/FICQ-2/2015-2016/1-semester/planeamento>

6.2.1.5. Syllabus:

1. The Physics of Information

2. Quantum Mechanics: essential results and novelties

3. Quantum Entanglement

4. Quantum Information Theory

5. Quantum Computation

6. Quantum cryptography

7. Conclusion

For more details, see: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/FICQ-2/2015-2016/1-semester/planeamento>

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

Esta unidade curricular introduz a relação entre irreversibilidade computacional e dissipação, no âmbito da Termodinâmica Clássica, e em seguida introduz os aspectos essenciais da Mecânica Quântica, de forma a cobrir os principais tópicos da Teoria da Informação Quântica, em particular, o entrelaçamento de estados e a teleportação, a computação quântica e a criptografia quântica.

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

This course introduces the relation between computational irreversibility and thermal dissipation, in the context of Classical Thermodynamics, and then introduced the essential aspects of Quantum Mechanics, to then cover the main topics of Quantum Information Theory, namely: entanglement and quantum teleportation, quantum computation and quantum cryptography.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Participação na aulas, incluindo séries semanais de problemas (30%) + exame (40%) + apresentação e discussão de um

tópico/artigo científico (30%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Class participation, including weekly problem sets (30%) + exam (40%) + individual presentation and discussion of a research topic/article (30%).

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

Trata-se de uma cadeira doutoral, num tópico avançado. A resolução de séries de problemas semanais e a respectiva discussão nas aulas motivam não só estudo contínuo da matéria, como o debate sobre as várias formas de abordar os exercícios nesta área multidisciplinar. O exame final testa os conhecimentos individuais dos alunos. E a apresentação final testa a capacidade de pesquisa bibliográfica, de análise de um resultado científico no âmbito da cadeira, e da sua exposição à turma / a uma audiência relativamente especializada.

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

This is a doctoral course, in an advanced domain. The solving of weekly problem sets and the respective discussion in class not only motivate the continuous study of the contents of the course, as well the debate about the different approaches to solving the exercises in this multidisciplinary area. The final exam tests the individual knowledge of the students. And the final presentation tests their capacity of bibliographic search, analysis of a scientific result and how to convey it to the class / a specialized audience.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Quantum Computation and Quantum Information, M. Nielsen, I. Chuang, 2011, Cambridge University Press.*
- *An Introduction to Quantum Computing, P. Kaye, R. Laflamme, M. Mosca, 2007, Oxford University Press.*

Mapa X - Óptica e Lasers em Física e Engenharia

6.2.1.1. Unidade curricular:

Óptica e Lasers em Física e Engenharia

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

Gonçalo Figueira (0.00)

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

não aplicável

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

Esta disciplina destina-se a todos os interessados na utilização de lasers e diagnósticos ópticos em física e nas engenharias, quer ao nível de investigação, quer ao nível de aplicação industrial. Pretende-se que o estudante adquira os conhecimentos necessários ao eficiente dimensionamento, projecto, construção e integração de sistemas ópticos. A disciplina apresenta uma panorâmica sobre as potencialidades contemporâneas da utilização de equipamentos ópticos e de lasers, das suas características e diversidade, com um orientação nas aplicações.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course is aimed at all those interested in the use of lasers and optical diagnostics in physics and engineering, whether for research or industrial applications. The student is expected to acquire the essential knowledge for the efficient design, project, assembly and integration of optical systems. The course provides an overview of the modern capabilities of optical devices and lasers, their features and scope, in an application-oriented fashion.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Instrumentos ópticos. Formação de imagens em sistemas ópticos. Desenho óptico. Modelização de sistemas ópticos assistida por computador. Resolução e qualidade de imagem. Aberrações e correcção.
Fontes luminosas e detectores. Optoelectrónica.
Propriedades do espectro electromagnético. Propagação da luz. Óptica ondulatória. Meios dispersivos, absorção e amplificação. Fibras e guias ópticos.
Óptica de Fourier. Filtragem espacial e processamento de imagens.
Luz coerente. Lasers e aplicações. Tipos de lasers.
Interferometria, holografia e difracção. Redes de difracção e espectrometria.
Birrefringência e efeitos de polarização. Electro-óptica, acusto-óptica e moduladores.
Sistemas reais. Escolha de materiais e revestimentos ópticos. Optomecânica e dimensionamento de sistemas.*

Exemplos práticos de sistemas ópticos.

6.2.1.5. Syllabus:

Optical instruments. Image formation in optical systems. Optical system design. Computer modeling of optical systems. Resolution and image quality. Aberrations and their correction. Light sources and detectors. Optoelectronics. Properties of the electromagnetic spectrum. Propagation of light. Wave optics. Dispersive media, absorption and amplification. Optical fibers and waveguides. Fourier optics. Space filtering and image processing. Coherent light. Lasers and applications. Types of lasers. Interferometry, holography and diffraction. Diffraction gratings and spectrometry. Birrefringence and polarization effects. Electro-optics, acousto-optics and modulators. Real systems. Choice of optic materials and coatings. Optomechanics and systems design. Practical examples of optical systems.

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

Os conteúdos programáticos estão estruturados de modo a permitir a aquisição de conhecimentos, de um modo progressivo, conducente ao domínio dos principais conceitos relevantes para lasers, principais parâmetros, diagnósticos e técnicas associadas. O programa é compatível com a utilização de lasers num vasto conjunto de áreas da ciência e engenharia.

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

The syllabus is structured in order to allow the gradual acquisition of know-how leading to the mastery of the main concepts relevant to lasers, main parameters, diagnostics and associated techniques. The program is compatible with the use of lasers in a wide range of fields in science and engineering.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino de base tutorial, adaptado ao plano de trabalho de cada estudante, e de acordo com os principais objectivos da sua tese. A avaliação é feita através da resolução de colecções de problemas e elaboração de um trabalho final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Tutorial-based teaching, adequated to the work plan for each student, and according to the main objectives of the thesis. The evaluation takes place through the resolution of problem series and a final work.

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

A unidade curricular permite uma aquisição progressiva de conhecimentos, no âmbito do trabalho principal desenvolvido pelo aluno e conducente à sua tese, com particular ênfase na área de interesse do aluno.

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

The curricular unit allows a gradual acquisition of knowledge, in the scope of the main work plan of the student leading to his thesis, with particular emphasis in the student's main area of interest.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Optics and Lasers: Including Fibers and Optical Waveguides (5th ed.), M. YOUNG, 2000, Springer Verlag, 2000.; Principles of Lasers (4th ed.), O. SVELTO, 1998, Plenum Press, NY, 1998; Optical System Design, R. E. FISCHER, B. TADIC-GALEB, 2000, McGraw-Hill, 2000.; Fundamentals of Photonics, B. SALEH, M. TEICH, 1991, Wiley-Interscience, 1991.

Mapa X - Física da Interação Laser-Plasma

6.2.1.1. Unidade curricular:

Física da Interação Laser-Plasma

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

Luís Silva (0.00)

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

não aplicável

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

O objectivo da disciplina de Física da Interação Laser-Plasma é introduzir os conceitos fundamentais da interação da radiação electromagnética intensa com plasmas. No final desta cadeira os alunos serão capazes de estimar a importância dos fenómenos não lineares mais importantes associados à interação da luz com plasmas e o seu papel na fusão inercial rápida e nos aceleradores a plasma, assim como identificar os problemas de fronteira que se colocam neste domínio.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main objective of the course is to give students the fundamental concepts of laser-plasma interactions. Upon completion of this course, students will be able to assess the relevance of the nonlinear phenomena associated with the propagation of light in plasmas and their role in fast ignitor scenarios or laser-plasma accelerators, as well as to identify the frontier problems in this field of research.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O advento de lasers intensos abriu portas para o estudo de fenómenos fortemente não lineares associados à interação da luz com a matéria em condições relativistas. Nesta disciplina serão introduzidos os princípios básicos deste tema, expondo também os discentes a alguns dos aspectos mais inovadores deste campo de investigação.

I. Interação Não Linear de Ondas Electromagnéticas com Plasmas

I.1 Propagação linear de ondas electromagnéticas em Plasmas

I.2 Instabilidades paramétricas

I.3 Força Ponderomotriz

I.4 Scattering estimulado de Raman

I.5 Scattering estimulado de Brillouin

II. Óptica Não Linear Relativista

III. Aceleradores a Plasma

III.1 Interação de impulsos laser com plasmas underdense

III.2 Aceleração de partículas em ondas plasma electrónicas relativistas

IV. Fusão Inercial Rápida

IV.1 Interação de impulsos laser com plasmas overdense

IV.1 Fenomenologia da fusão inercial rápida

6.2.1.5. Syllabus:

Intense lasers have opened the way to the study of nonlinear phenomena driven by light waves in plasmas, where relativistic effects play an important role in the plasma dynamics. In this course, the basic principles of light-matter interaction will be discussed, also giving the students the opportunity to contact with frontier problems.

The course is organized in four sections:

I. Nonlinear interaction of electromagnetic waves with plasmas

I.1 Linear propagation of light in plasmas

I.2 Parametric instabilities

I.3 Ponderomotive force

I.4 Stimulated Raman Scattering

I.5 Stimulated Brillouin Scattering

II. Relativistic nonlinear optics

III. Plasma based accelerators

III.1 Interaction of short laser pulses with underdense plasmas

III.2 Particle acceleration in relativistic electron plasma waves

IV. Fast ignition of fusion targets

IV.1 Interaction of laser pulses with overdense plasmas

IV.1 Phenomenology of the fast ignitor concept

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Relatório de referee de um artigo clássico deste domínio de investigação

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Referee report for one of the classic papers in laser-plasma interactions.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The Physics of Laser-Plasma Interactions , W. Krueer, 2003, Westview Press Inc.,U.S., 2003; The Physics of the Nonlinear Optics of Plasmas at Relativistic Intensities, W. B. Mori , 1997, IEEE Journal of Quantum Electronics 33, 1942 ? 1953 (1997)

Mapa X - Métodos Computacionais em Tecnologia das Radiações**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Métodos Computacionais em Tecnologia das Radiações

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

José Pedro Miragaia Trancoso Vaz (0.00)

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

não aplicável

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

Os objectivos são:

- a)Estudo aprofundado das propriedades das interacções das partículas com a matéria*
- b)Caracterização de aplicações tecnológicas das radiações e descrição de problemas típicos em Física e Tecnologia das Radiações, através da apresentação e discussão de diversos ?case studies?*
- c)Descrição dos métodos determinísticos ou de Monte Carlo utilizados para efectuar a simulação do transporte de partículas e para o desenho e projecto de sistemas envolvendo aplicações das radiações*
- d)Apresentação do estado da arte em ferramentas computacionais e bibliotecas de dados de secções eficazes*
- e)Simulação de feixes de partículas e campos de radiação incidentes em materiais diversos*
- f)Estudo das secções eficazes de interacção de neutrões, protões e outras partículas em materiais diversos*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The objectives are:

- a)In-depth study of the interactions of particles and radiation with matter*
- b)Characterization of technological applications of radiation and description of typical problems in Radiation Physics and Technology, with the presentation and discussion of several case studies*
- c)Description of the deterministic and Monte Carlo methods used to perform the particle transport simulation and to design systems involving the application of radiations*
- d)Presentation of the state-of-the-art computational tools and cross-section data libraries*
- e)Simulation of particle beams and radiation fields impinging in different materials*
- f)Study of the interaction cross-sections for neutrons, protons and other particles in several materials.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

**** Simulação por métodos de Monte Carlo do transporte de fotões, electrões, neutrões, protões e iões*
História da utilização dos métodos de Monte Carlo
Modelização de variáveis aleatórias contínuas
Dados experimentais de secções eficazes

Modelos teóricos**Algoritmos de amostragem utilizando números pseudo-aleatórios****Técnicas de redução de variância****Cálculo de integrais pelo método de Monte Carlo****Equações de densidade collisional, "kernel" de transição, "kernel" de colisão, "kernel" de transporte******* Equação de Boltzmann para o transporte de neutrões****Equação de difusão****Equação de Boltzmann na forma integro-diferencial****Formalismo multi-grupo****Discretização angular e espacial****Resolução de "case studies"****6.2.1.5. Syllabus:******* Simulation using Monte Carlo methods of the transport of photons, electrons, neutrons, protons and ions****History of the utilization of Monte Carlo methods****Modelling of continuous random variables****Experimental cross-section data****Theoretical models****Sampling algorithms using pseudo-random numbers****Variance reduction techniques****Calculation of integrals using the Monte Carlo method****Collisional density equations, transition kernel, collision kernel, transport kernel******* Boltzmann neutron transport equation****Diffusion equation****Boltzmann equation in the integro-diferencial form****Multigroup formalism****Angular and spatial discretization****Solution of case studies****6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os alunos realizarão os seguintes trabalhos computacionais:

1)Elaboração e implementação de um programa (FORTRAN ou C++) utilizando métodos de Monte Carlo para simular um sistema simples em Física das Radiações.

2)Desenvolvimento e implementação de um programa (FORTRAN ou C++) para efectuar a resolução numérica da equação de transporte de Boltzmann para neutrões, num sistema simples.

A classificação final consistirá da média aritmética das classificações obtidas nos dois trabalhos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Students will be asked to perform the following computational exercises:

1)Software development and implementation of a computer program (in FORTRAN or C++) using Monte Carlo methods, to simulate a simple system

2)Software development and implementation of a computer program (in FORTRAN or C++) to solve numerically the Boltzmann transport equation for neutrons in a simplified system

The final classification will be obtained averaging the classifications obtained in the two exercises.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva

de aulas de demonstração e trabalhos computacionais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration and computational classes, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- James E. Turner, "Atoms, Radiation, and Radiation Protection" (3rd edition), WILEY-VCH Verlag GmbH & Co (2007).
- Frank Herbert Attix, "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry", WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. (2004).
- Jacob Shapiro, "Radiation Protection: A Guide for Scientists, Regulators and Physicians" (4th edition), Harvard University Press (2002)
- A Primer for the Monte Carlo Method: I.M. Sobol 1994 CRC Press, (1994)
- Monte Carlo Methods, Volume I: Basics: M.H. Kalos and P.A. Whitlock 1986 Wiley Interscience (1986)

Mapa X - Técnicas de Micro e Nanofabricação

6.2.1.1. Unidade curricular:

Técnicas de Micro e Nanofabricação

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

Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas (0.00)

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

não aplicável

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

Introdução às tecnologias de micro e nanofabricação utilizadas no fabrico de memórias magnéticas MRAMs, circuitos integrados, biosensores, cabeças de gravação e microsistemas. Os tópicos abordados nas aulas são complementados com a realização de trabalhos na Sala Limpa do INESC MN (classe ISO 4/5).

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Introduction to micro and nanofabrication techniques used for magnetic memories MRAMs, integrated circuits, biosensors, magnetic read heads and MEMS. The topics are supported by experimental work at the INESC MN's Clean Room (ISO 4/5).

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1) Salas Limpas: especificações técnicas, regras de segurança, classificação (ISO).
- 2) Técnicas de litografia: Resolução e dimensões mínimas. Escrita directa, alinhamento multinível, máscaras. Requisitos da indústria.
- 3) Técnicas de transferência de padrões: 1) Substractivas (Etching) e 2) Aditivas (Lift-off).
- 4) Técnicas de vácuo: princípios e tecnologias
- 5) Deposição de filmes finos metálicos e dieléctricos. Requisitos da indústria.
- 6) Micromaquinação de estruturas MEMS: aplicação em agulhas e microactuadores (MEMS).
- 7) Técnicas de planarização local e global. Aplicação a arquitecturas de memórias MRAM e CMOS.
- 8) Introdução às técnicas de caracterização de materiais e microestrutura.
- 9) Microsistemas para fluidos: fabrico de microcanais, materiais, técnicas para selagem irreversível entre superfícies.
- 10) Requisitos da indústria de gravação magnética, MRAMs, biosensores e microsistemas.

6.2.1.5. Syllabus:

- 1) Clean rooms: technical specifications, security rules, classification (ISO).
- 2) Lithography techniques. Resolution and minimum features. Direct write, multilevel alignment, hard masks, software masks. Industry requirements.
- 3) Techniques for pattern transfer: 1) Substractives: (Etching), 2) Additive (Lift-off). Dimensions, materials, resist profiles, features profile.
- 4) Metal and dielectric film deposition: sputtering (PVD), ion beam (IBD), chemical vapour deposition (CVD), evaporation, electrodeposition. Industry requirements.
- 5) Micromachining for microsystems definition: application for sharp probes, MEMS actuators.

- 6) *Local and global planarization techniques: application to MRAM, CMOS architectures.*
- 7) *Introduction to the techniques for material and microstructures characterization.*
- 8) *Microsystems for fluidics: microchannel fabrication, materials, irreversible surface bonding.*
- 9) *Requirements of the magnetic recording, MRAM, biosensors, MEMS industries.*

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Nas primeiras semanas os alunos terão 3 sessões experimentais de treino sobre técnicas de sala limpa (presença obrigatória) (10%)
2 testes (20%+20%)
Realização de uma “Folha de Processo” para fabricar e testar um microdispositivo na Sala Limpa do INESC MN. (40%)
Discussão Oral – (10%)*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*3 introductory clean room sessions will be provided to the students (attendance is required) (10%).
2 tests (20%+20%)
Process a Run sheet for fabrication and testing a device at INESC MN clean room (40%)
Oral discussion – (10%)*

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal

- *Título :Nanoelectronics and Information Technology*
- *Autor(es):Rainer Waser (Ed)*
- *Ano:2003*
- *Referência:Wiley-VCH*

Secundária

- *Título : VLSI technology*
- *Autor(es): S.M.Sze*
- *Ano:1994*
- *Referência: McGraw Hill International Editions*

Secundária

- *Título : Handbook of thin film deposition processes and techniques Principles, Methods, Equipment and Applications*
- *Autor(es): Krishna Seshan (Ed)*
- *Ano:2002*
- *Referência: Noyes Publications / William Andrew Publishing, ISBN: 0-8155-1442-5*

Mapa X - Óptica Quântica e Lasers

6.2.1.1. Unidade curricular:

Óptica Quântica e Lasers

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Gonçalo Figueira (52.08)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O objectivo da cadeira de Lasers e Electrónica Quântica é proporcionar aos alunos uma formação teórica e experimental nos avanços mais recentes no domínio da fotónica, óptica não linear, e lasers assim como nas suas aplicações modernas.

Pretende-se que os alunos dominem os conceitos fundamentais envolvendo impulsos luminosos e a sua geração, caracterização e manipulação, e que identifiquem as potencialidades tecnológicas da fotónica para novos domínios da ciência e tecnologia, como por exemplo a metrologia e as telecomunicações.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal of the course on Lasers and Quantum Electronics is to give a solid theoretical and experimental background in the most recent advances in photonics, nonlinear optics and lasers, as well as in their modern applications.

After this course, the students will master the fundamental concepts associated with radiation pulses, their generation, characterization and manipulation. The students will be able to identify the technological consequences of photonics and optoelectronics in many science and technology fields, such as metrology and communications.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos lasers e tecnologias laser

Óptica de traçado de raios: óptica paraxial, óptica de gradiente de índice, matrizes

Óptica ondulatória: ondas monocromáticas, em meios transparentes, interferência

Óptica de feixe: o feixe Gaussiano, propagação ABCD

Óptica electromagnética: meios dieléctricos, intensidade luminosa

Cavidades ressonantes: cavidade de Fabry-Perot, cavidade de espelhos esféricos

Óptica de fotões: modos, propriedades do fotão, feixes de fotões

Fotões e átomos: níveis de energia na matéria, interacção luz-matéria

Amplificação laser: fundamentos, bombeamento, amplificadores laser, saturação

Fundamentos de lasers: meios laser, oscilação laser, características da geração laser

Lasers pulsados: Q-switching, bloqueio de modos, lasers ultra-rápidos

Estrutura de impulsos laser: características, impulsos gaussianos com/sem “chirp”

Dispersão e óptica não linear

6.2.1.5. Syllabus:

- *Introduction to lasers and laser technologies*
- *Ray optics: Paraxial optics, graded index optics and ray transfer matrix analysis*
- *Wave optics: monochromatic waves, waves in transparent media, interference*
- *Beam optics: the Gaussian beam, ABCD propagation*
- *Electromagnetic optics: waves in different dielectric media, intensity of light*
- *Optical resonators: Fabry-Perot resonator (lossless/lossy), spherical mirror resonator*
- *Photon optics: modes, photon properties, photon streams*
- *Photons and atoms: energy levels in matter, light-matter interaction*
- *Laser amplification: fundamentals, pumping, laser amplifiers, saturation*
- *Fundamentals of lasers: laser media, laser oscillation, characteristics of laser output*
- *Pulsed lasers: q-switching, mode-locking, ultrafast lasers*
- *The structure of laser pulses*
- *Dispersion and nonlinear optics*

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

O programa da unidade curricular divide-se em dois blocos principais:

Fundamentos de óptica – inclui os módulos desde o início até óptica de fotões. Apresentam-se quatro descrições de óptica em ordem crescente de complexidade: geométrica, ondulatória, electromagnética e quântica. Inclui ainda aspectos especificamente relevantes para os lasers, como óptica gaussiana e cavidades ressonantes.

Lasers – inclui os restantes módulos até ao final. Inicia-se com o estudo da interacção entre laser e material, seguindo com os princípios do funcionamento do laser, e tópicos seleccionados da ciência e tecnologia dos lasers modernos, como a fotónica e os impulsos de duração ultra-curta.

Esta organização permite que os alunos possam, a partir de bases teóricas compatíveis com o seu nível lectivo, adquirir ao longo do semestre uma formação abrangente em temas da óptica contemporânea e dos lasers, bem como das suas aplicações práticas.

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

The program of the curricular unit may be divided into two main blocks:

- *Fundamentals of Optics - including the modules from the start up to Photon Optics, and introduces four descriptions of optics in order of increasing complexity: geometrical optics, wave optics, electromagnetic optics and quantum optics. Also includes topics specifically relevant to lasers, such as Gaussian beams and optical resonators.*
- *Lasers – including the remaining topics up to the end. Beginning with the study of light-matter interaction, students are introduced to the principles of laser operation, followed by selected topics of modern laser science and technology, such as photonics and ultra-short laser pulses.*

Starting from a theoretical framework consistent with their academic level, this organization allows students to acquire a comprehensive training on topics of contemporary optics and lasers, as well as their practical applications, along the semester.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Duas aulas teóricas semanais de duas horas de duração, e duas aulas de exercícios práticos e revisões. A avaliação consiste em dois testes (50% + 50%) e uma prova de recuperação. Nessa prova possibilita-se a recuperação individual de cada teste ou a realização simultânea das duas componentes, pertencendo a escolha ao estudante.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Two weekly lectures of two hours, and two practical exercise / revision classes. The evaluation consists of two tests (50% + 50%) and a recovery exam. This exam allows the recovery of each individual test, or the evaluation of both components, depending on the student's choice.

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

A unidade curricular consiste quase exclusivamente em aulas teóricas, sendo a avaliação na forma de exercícios / problemas práticos e com ligação ao mundo real. Todas as aulas se iniciam com uma questão / desafio relacionados com a matéria dada. Uma vez que se trata de uma unidade curricular obrigatória, o número de estudantes é elevado, não permitindo a adopção de outras metodologias tais como aulas de laboratório. Por outro lado, sendo uma UC com um conjunto vasto de conteúdos, é essencial garantir que as bases teóricas em óptica clássica e quântica são sólidas, sendo plataformas para a compreensão de todos os fenómenos e aplicações estudados.

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

The course consists almost exclusively of theoretical lectures, and the assessment consists of exercises / practical real-world problems. Every lesson starts with a problem / challenge related to the contents addressed. Since this is a mandatory course, the number of students is high, making impracticable the adoption of other methodologies such as laboratory classes. On the other hand, being a CU with a wide range of contents, it is essential to ensure that the theoretical knowledge in classical and quantum optics are solid, being the foundations for understanding all the studied phenomena and applications.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY

- *Fundamentals of Photonics: B. Saleh & M. Teich 1991 Wiley*
- *Lasers: O. Svelto 4th ed. (1998) Plenum Press*

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY

- *Lasers: E. Siegman 1986 Wiley-Interscience*
- *Óptica: E. Hecht 1991 Fundação Calouste Gulbekian*
- *Coherent Optics - Fundamentals and Applications: W. Lauterborn, T. Kurz, M. Wiesenfeldt 1995 Springer-Verlag*

Mapa X - Métodos de Física Nuclear em Ciência e Tecnologia

6.2.1.1. Unidade curricular:

Métodos de Física Nuclear em Ciência e Tecnologia

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

José Pedro Miragaia Trancoso Vaz (0.00)

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

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

Estudo aprofundado das interações das partículas com a matéria e dos mecanismos de transferência e de deposição de energia num material. Estudo de aplicações de feixes de partículas, fontes radioactivas e campos de radiação em múltiplos domínios científicos e tecnológicos. Introdução aos métodos (determinísticos e de Monte Carlo) de simulação do transporte de partículas (electrões, fótons, neutrões, prótons e iões) em sistemas tecnológicos consistindo de equipamentos ou infraestruturas envolvendo a utilização de feixes de partículas e fontes de radiação. Familiarização com o estado da arte computacional e com as bibliotecas de dados utilizadas para simular e resolver problemas associados às aplicações tecnológicas das radiações. Análise e resolução de problemas típicos e de "case studies" envolvendo cálculos de Dosimetria e Blindagem de Radiações e em Protecção Radiológica.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

In-depth study of the interactions of particles with matter and the mechanisms of energy transfer and deposition in materials. Study of the applications of particle beams, radioactive sources and radiation fields in multiple scientific and technological domains. Introduction to the deterministic and Monte Carlo methods to perform particle (electron, photon, neutron, proton and ion) transport simulation in technological systems consisting of equipments and infrastructures involving the utilization of particle beams and radiation sources. Getting acquainted with the state-of-the-art in computational methods, tools and data libraries used to simulate and solve problems associated to the technological applications of radiations. Analysis and resolution of typical problems and case studies involving calculations of relevance for Radiation Dosimetry, Shielding and Radiation Protection.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Interação da radiação com a matéria. Energia transferida e absorvida. Coeficientes de atenuação. "Buildup factors". "Stopping power". "Multiple scattering". Neutrões: dispersão elástica, inelástica, captura e fissão. Reacções (n,p) e (n,alpha). Espalação. Simulação do transporte de partículas. Métodos determinísticos. Equação de Boltzmann de transporte de neutrões. Métodos de Monte Carlo. Técnicas de redução de variância. Cadeias de desintegração. Equações de Bateman. Grandezas dosimétricas. KERMA. Dose absorvida. Dose Equivalente. Dose Efectiva. Factores de ponderação das radiações (wR) e tecidulares (wT). Factores de conversão. Cálculos de radiotoxicidade. Radiação, Risco e Protecção Radiológica. Recomendações do ICRP. Justificação. Optimização. ALARA. Tipos de exposição. Limites de Dose. Aplicações tecnológicas das radiações. Aplicações das radiações em Medicina e Biologia.

6.2.1.5. Syllabus:

Interaction of radiation (photons and charged particles) with matter. Transferred and deposited energy. Attenuation coefficients. Buildup factors. Stopping power. Multiple scattering. Neutrons: elastic and inelastic scattering, capture and fission. (n,p) and (n,alpha) reactions. Spallation. Particle transport simulation. Deterministic methods. Boltzmann neutron transport equation. Monte Carlo methods. Variance reduction techniques. Radioactive processes. Radioactive disintegration chains. Bateman equations. Radiation Dosimetry: radiometric and dosimetric quantities. KERMA. Absorbed Dose Equivalent Dose. Effective Dose. Radiation weighting factors (wR). Tissue weighting factors (wT). Conversion coefficients. Radiotoxicity calculations. Radiation, Risk and Radiation Protection. ICRP recommendations. Justification. Optimization. ALARA. Types of exposure. Dose limits. Technological Applications of Radiations. Applications of Radiations in Medicine and Biology.

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

Nesta Unidade Curricular, serão abordados os tópicos anteriormente referidos, do ponto de vista teórico mas com uma forte componente computacional. Serão discutidos e analisados "case studies" específicos dos diversos tipos de aplicações das radiações ionizantes em diversos domínios científicos e tecnológicos. Os estudantes desenvolverão novas aptidões e competências e familiarizar-se-ão com o estado da arte dos utensílios computacionais e com equipamentos e infraestruturas utilizando radiações ionizantes. A consciencialização dos estudantes será significativamente incrementada relativamente a aspectos de Protecção e Segurança Radiológica imprescindíveis para a manipulação e utilização segura de feixes de partículas, fontes de radiação e materiais radioactivos em múltiplos setores científicos e tecnológicos e nas aplicações médicas e industriais de radionuclidos e radiofármacos.

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

In this Curricular Unit, the aforementioned topics will be addressed, from the theoretical point of view but also with a strong computational. Case studies specific of the several types of applications of ionizing radiation in multiple fields of Science and Technology will be discussed and analysed.

Students will acquire new skills and competences and will get acquainted with state-of-the-art computational tools and with equipment and infrastructures using ionizing radiations.

The students' awareness will be significantly incremented about Radiation Protection and Safety issues of paramount importance for the safe utilization of particle beams, radiation sources and radioactive materials in multiple sectors of Science and Technology and in the medical and industrial utilizations of radionuclides and radiopharmaceuticals.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas serão complementadas por aulas práticas e computacionais com apresentação e discussão de “case studies”.

A avaliação final será obtida por trabalhos intercalares (factor de ponderação 30%) e um trabalho final (factor de ponderação de 70%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theory classes will be complemented by practical and computational classes with the presentation and discussion of case studies.

The final assessment will be obtained by intermediate works (weighting factor 30%) and a final work (weighting factor 70%).

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

A compreensão das aplicações das radiações ionizantes em múltiplos sectores de Ciência e Tecnologia, em Medicina, na Indústria e outros sectores de actividade, requer robustos conhecimentos e o estudo aprofundado dos processos e mecanismos de interação da radiação com a matéria.

A caracterização dosimétrica de práticas que utilizam radiações ionizantes e a quantificação e avaliação, do ponto de vista da dose e do risco radiológico associado, das exposições de profissionais, pacientes (no caso das aplicações médicas) e membros do público requer a observância dos princípios fundamentais do Sistema Internacional de Proteção Radiológica mas também a familiarização com a operação de equipamentos produtores de radiação e com a manipulação de radionuclídeos e radiofármacos.

O ensino teórico dos conceitos fundamentais é complementado por uma robusta componente prática e computacional e pela análise discussão prática de “case studies”.

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

Understanding the applications of ionizing radiation in multiple sectors of Science and Technology, in Medicine, in Industry and in other sectors of activity, requires robust knowledge and in-depth study of the processes and mechanisms of interaction of radiation with matter.

The dosimetric characterization of the practices using ionizing radiation and the quantification and assessment, from the point of view of dose and associated radiological risk, of the exposures of workers, patients (in the medical applications) and members of the public, requires compliance to the fundamental principles of the International System of Radiological Protection but also to get acquainted with the operation of radiation producing equipments and the manipulation of radionuclides and radiopharmaceuticals.

In this Curricular Unit, the fundamental concepts taught in theory classes are complemented by a robust practical and computational component and by the analysis and discussion of “case studies”.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- James E. Turner, “Atoms, Radiation, and Radiation Protection” (3rd edition), WILEY-VCH Verlag GmbH & Co (2007).
- Frank Herbert Attix, “Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry”, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. (2004).
- Jacob Shapiro, “Radiation Protection: A Guide for Scientists, Regulators and Physicians” (4th edition), Harvard University Press (2002)
- A Primer for the Monte Carlo Method: I.M. Sobol 1994 CRC Press, (1994)
- Monte Carlo Methods, Volume I: Basics: M.H. Kalos and P.A. Whitlock 1986 Wiley Interscience (1986)

Mapa X - Computação Avançada em Física e Engenharia

6.2.1.1. Unidade curricular:

Computação Avançada em Física e Engenharia

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

Luís Silva (0.00)

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

Marco Jorge Dias Carvalho Cardoso (0.00), Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves (0.00)

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

O objectivo da disciplina de Computação Avançada em Física e Engenharia é familiarizar os discentes com as potencialidades e as ferramentas da computação avançada, desenvolvendo a sua capacidade para identificar as metodologias apropriadas aos diferentes problemas em Física e Engenharia e implementar diferentes técnicas numéricas em recursos computacionais avançados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main objective of the course is to give students a perspective about the potential and the tools of advanced computing in Physics and Engineering, by developing their ability to identify the appropriate methodologies required to tackle different problems in Physics and Engineering, and to implement the relevant numerical techniques in advanced computing resources.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

A computação avançada é crítica para a descoberta científica. Nesta disciplina discutiremos as diferentes metodologias que permitem explorar recursos computacionais em larga escala recorrendo a exemplos das diferentes áreas da Física, da Engenharia e da Computação, enfatizando os aspectos associados à simulação de sistemas físicos.

A disciplina organiza-se em três módulos:

I. Simulação Numérica em Física e Eng

I.1 Simulação Numérica em Plasmas

I.2 Mecânica dos Fluidos Computacional

I.3 Monte-Carlo e Dinâmica Molecular

II. Paradigmas da Computação Avançada

II.1 Infra-estruturas

II.2 GRID computing

II.3 Computação Massivamente Paralela

III. Desafios em Ciência e Engenharia

III.1 Desenvolvimento, otimização e scalability

III.2 Visualização Científica

III.3 Petascale computing

6.2.1.5. Syllabus:

Advanced computing is a critical tool for scientific discovery. In this course, we will cover, from a problem solving tool point view, the different methodologies that allow the exploration of large scale computing resources. This is to be achieved through examples from different fields of Physics, Engineering and Computer Science, and giving significant emphasis to simulation of physical systems.

The course is organized in three sections:

I. Numerical simulation in Phys and Eng

I.1 Computational Plasma Physics

I. 2 Computational Fluid Dynamics

I. 3 Molecular Dynamics and Monte-Carlo simulations

II. Paradigms of Advanced Computing

II. 1 Infrastructures for Advanced Computing

II. 2 GRID computing

II. 3 Massively Paralell Computing

III. Challenges in Advanced Computing in Physics and Engineering

III.1 Development, optimization and scalability of scientific applications

III.2 Scientific Visualization

III.3 Petascale computing

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points

(point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Projecto de computação avançada/ trabalho escrito, devidamente articulado com projecto de doutoramento do discente.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Advanced computing project/ essay, in connection with PhD/research work of the student

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Computação Avançada em Física e Engenharia, Luís O. Silva, 2006, Notas do docente preparadas para a disciplina e slides das apresentações.

Mapa X - Engenharia-Pádua 1

6.2.1.1. Unidade curricular:

Engenharia-Pádua 1

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

Horácio Fernandes (0.00)

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

não aplicável

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

Este curso é direccionado para estudantes que pretendam ter uma preparação tanto em física como em engenharia da fusão nuclear por forma a garantir as melhores competências educacionais para uma carreira de investigação sobre este tópico.

A disciplina providencia uma visão aprofundada sobre engenharia e os mecanismos da fusão nuclear e proporciona uma visão detalhada sobre as tecnologias actuais e emergentes usadas no fabrico e construção de tais máquinas. Também aborda as principais técnicas de aquecimento do plasma e geração de corrente, incluindo a operação de máquinas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course is intended for students who wish to have an advance preparation on both physics and engineering in nuclear fusion in order to guarantee the best educational competences for a research career on this topic.

The discipline provides a deep insight on fusion devices engineering and shall give a detail overview of current and emerging technologies used in the fabric and constructions of such machines. It also covers the main techniques for plasma heating and current drive including machine operation.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Materiais para reactores nucleares: Materiais estruturais;

Magnetos supercondutores; Instalações para testar materiais (IFMIF).

Problemas de alimentação do reactor: Cobertura de transmutação; Cobertura de protecção radiativa; Diversores;

Manutenção remota; Centrais Nucleares; DEMO.

Aquecimento por NBI e geração de corrente não indutiva: Fontes de lões de Neutros; Fontes electromagnéticas; Física da aceleração de cargas.

Fontes de lões, Componentes do gerador de feixe e tecnologia de aceleradores electrostáticos: Componentes de alta tensão; Câmaras e vácuo; Fornecimento de energia e sistemas de controlo; Interação com o feixe de plasma e geração de corrente não-indutiva.

Aquecimento por rádio frequência e geração de corrente: ECRH; LH/ICRH;ICRH.

6.2.1.5. Syllabus:

Materials for fusion reactors: Structural materials; Superconducting magnets; Facility for testing of materials (IFMIF). Power reactor issues: Breeding blanket; Shielding blanket and Divertor; Remote maintenance; Power plant studies; DEMO.

NBI heating and current drive: Ion sources and electrostatic; Acceleration physics.

Ion sources, beam-line components and electrostatic accelerators technology: High voltage components; Vessel and vacuum; Power supplies and control systems; Beam-plasma interaction and current drive.

RF heating and current drive: ECRH; LH/ICRH;ICRH.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Realização de um exame e apresentação de um seminário, sendo este último obrigatório mas sem influência na classificação.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Final exam and seminar, the latter being obligatory but without influence in the final mark.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Tokamaks, John Wesson, 2004, Oxford Engineering Science Series; ISBN: 978-0198509226

Mapa X - Sistemas de Aquisição de Dados

6.2.1.1. Unidade curricular:

Sistemas de Aquisição de Dados

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

Bernardo Carvalho (0.00)

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

não aplicável

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

São objetivos da disciplina que o aluno domine conceitos sobre sistemas de aquisição de dados e os protocolos de

comunicação correntemente utilizados em ambientes Laboratoriais e na Indústria nomeadamente nos domínios da Física, Química, Electrónica, Nanotecnologias, Bioquímica e Biomedicina e, em particular, a utilização prática destes sistemas de aquisição de dados e controlo. Simultaneamente o aluno irá desenvolver um trabalho extenso de projecto que inclua, aquisição, processamento, visualização e armazenamento de dados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Concepts, terminology and main components of control and data acquisition system. Introduction to organization, development and operation and of small to large complexity systems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

**Tópicos avançados de Sistemas de Aquisição de Dados e Controlo. Sistemas para grandes experiências em Física Controlo e Aquisição de dados remotos
Técnicas de aquisição e processamento digital de sinal
Conceitos de distribuição de tempo e disparo**

Ambientes de software dedicados à aquisição de dados: LabView, MATLAB, EPICS, MDSPlus.

Introdução aos Sistemas operativos em tempo real. Programas, processos e tarefas Noções de concorrência e gestão de processos e tarefas e Despacho. Sincronização entre processos. Semáforos e memória partilhada. Comunicação entre processos: sockets, e chamadas a procedimentos remotos. sincronização e comunicação. Eventos assíncronos. Temporizadores.

6.2.1.5. Syllabus:

**Advanced topics on data Acquisition Systems. Big Lab SCADA systems
Remote Control and Data Acquisition
Digital Signal Processing.
Timing and Trigger systems
SCADA Software environments: LabView, MATLAB, EPICS, MDSPlus.
Real Time Operating Systems**

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação da cadeira é realizada com uma componente de avaliação contínua de acompanhamento de projecto, mais a avaliação de relatório de Projecto

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Continuous assessment of student performance in the course of the project development and the Final report.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização de aulas ou regime tutorial e trabalhos de projecto.

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

Teaching methodologies based on the transfer of theoretical and practical concepts through the use of classes or tutorial regime

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

**Analog-to-Digital Conversion, Marcel J.M. Pelgrom, Springer 2013
Data Conversion Handbook, Analog Devices Inc., Newnes; 1 edition (December 16, 2004)**

Mapa X - Métodos de Diagnóstico de Plasmas

6.2.1.1. Unidade curricular:

Métodos de Diagnóstico de Plasmas

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

Carlos Silva (0.00)

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

Gonçalo Nuno Marmelo Foito Figueira (0.00), Horácio João Matos Fernandes (0.00), Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves (0.00)

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

Provide training in the most relevant methodologies and techniques supporting research in Plasma Science and Engineering by developing the ability to identify the appropriate methodologies required to address different experimental needs. In addition, the student will gain practical experience of using the facilities available at IPFN.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Provide training in the most relevant methodologies and techniques supporting research in Plasma Science and Engineering by developing the ability to identify the appropriate methodologies required to address different experimental needs. In addition, the student will gain practical experience of using the facilities available at IPFN.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

MT1) Plasma Diagnostics

MT2) Data Analysis and Instrumentation

MT3) Plasma Techniques

- Laser plasma interaction

- Characterization of plasma facing components

- Plasma Sources and Plasma Processing

MT4) Microwave Technology

6.2.1.5. Syllabus:

MT1) Plasma Diagnostics

MT2) Data Analysis and Instrumentation

MT3) Plasma Techniques

- Laser plasma interaction

- Characterization of plasma facing components

- Plasma Sources and Plasma Processing

MT4) Microwave Technology

MT5) Engineering in Nuclear Fusion

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos da física experimental de plasmas, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de atividades de pesquisa autónoma.

São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos e dos modelos teóricos, quer a aplicação em ambiente laboratorial.

Os tópicos que se apresentam abrangem os principais conceitos de base intervenientes, quer na física experimental de plasmas bem como as ferramentas usualmente mais aplicadas, incluindo as de análise de sinal. Proporcionam, assim, um todo contínuo de informação, abrindo ainda perspetivas de investigação.

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

The syllabus covers the main theoretical and practical applications of experimental plasma physics, allowing the student to review and deepen the background knowledge and acquire new knowledge to assist in the training in Physics Engineering, enabling him to learn also through an autonomous research.

The theoretical basis is provided, together with the essential concepts and application examples, asking students to study theoretical models and their application in laboratory environment.

The topics cover the main concepts involved, either in plasma physics experiments as well as the most commonly applied tools, including signal analysis. They provide thereby a continuous whole of information including the research prospects.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC envolve um conjunto de metodologias de ensino, que tentam cobrir várias áreas de desenvolvimento pedagógico essenciais à formação em plasmas, incluindo: (i) Aulas teóricas; (ii) Análise de casos de estudo reais, identificando diferentes problemas abordando as várias temáticas da UC; (iii) Aulas de laboratório onde os conhecimentos adquiridos são aplicados; (iv) Apresentação e discussão dos resultados através de relatórios; e (v) Desenvolvimento de um projecto apresentado oralmente aos colegas, respondendo às questões apresentadas pelos colegas e pelo docente. A lecionação tem lugar em ambientes de aprendizagem que permitam o trabalho individual e em grupo. São incluídos aulas em tópicos específicos com recurso a convidados exteriores à UC, para aprofundamento de temas e reflexão sobre exemplos relevantes nas matérias lecionadas. A avaliação inclui fichas sobre os trabalhos de laboratório e projecto final sobre uma técnica experimental.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course involves a set of educational teaching methodologies, trying to cover various areas of educational development essential to the formation in Plasma Physics Engineering, including: (i) Lectures; (ii) analysis of real case studies (practical examples), identifying different problems addressing the various themes of UC; (iii) laboratory classes where the acquired knowledge is applied; (iv) presentation and discussion of the results through reports; and (v) Development of a project presented orally to colleagues and answering to questions from colleagues and teachers. Teaching takes place in learning environments that allow individual and group work. Classes in specific topics using external guests are typically included, to deepen the knowledge on relevant topics. The evaluation includes reports on the laboratory activities and final work about an experimental technique

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular, nomeadamente desenvolvendo trabalhos experimentais coerentes e interrelacionados. Assim considera-se essencial a realização de trabalhos práticos que permitam o confronto com problemas reais e complexos nesta área. Diferentes tipos de metodologias de aprendizagem são utilizados na UC: (i) realização e discussão trabalhos de laboratório que permite a aplicação dos conteúdos programáticos; (ii) Projecto final individual que estimule a interpretação de um problema específico, testando a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar, criticar e resolver problemas. Os alunos devem identificar desafios, perceber os problemas e propor soluções.

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

The teaching methods are designed so that students can develop a comprehensive understanding of the potential in this area, while ensuring compliance with the objectives of the course, in particular by developing coherent and interrelated experimental work. Thus it is considered essential to carry out the practical work to enable the confrontation with real and complex problems in this area.

Different types of learning methodologies are used in the UC: (i) carrying out laboratory work and discussion that allows the application of the syllabus; (ii) individual final project that stimulates the interpretation of specific problems, testing the student's ability in an individually and integrated way, to interpret, criticize and solve problems. Students must identify challenges, realize the problems and propose solutions.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principles of Plasma Diagnostics, I. Hutchinson, 2002, Cambridge

Stoica, P., and R. Moses. Introduction to Spectral Analysis. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2005

Principles of Plasma Discharges and Materials Processing, M. A. Lieberman e A. J. Lichtenberg, 1994, John Wiley, ISBN: 0-471-00577-0

Optics and Lasers: Including Fibers and Optical Waveguides (5th ed.), M. YOUNG, 2000, Springer Verlag, 2000.

FOUNDATIONS FOR MICROWAVE ENGINEERING, 2ND ED, Robert E. Collin McGraw-Hill International Editions, ISBN 0-07-112569-8

Mapa X - Projecto de Aquisição e Controlo em Detectores**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Projecto de Aquisição e Controlo em Detectores

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

Pedro Miguel Félix Brogueira (0.00)

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

não aplicável

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Dar ao aluno um conhecimento aprofundado de sistemas de aquisição e controlo de detectores. Ser capaz de implementar a um nível de trabalho de investigação um sistema de aquisição e controlo de detectores.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To obtain a deep understanding of detectors acquisition and control systems. To implement, at the research level, a detector acquisition and control systems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

I- Introdução. Sensores: leitura e controlo. Caracterização de sinal. Tempos de resposta.

II- Conversores A/D e D/A. TDC. Detectores. Transdutores de medida. Condicionamento do sinal. Shaping.

Linearização.

III- Sistemas automáticos de medida. Conceitos fundamentais. Interfaces série e paralela. Protocolo IEEE 488. Placas de aquisição de dados.

IV- Projecto e construção de um sistema de aquisição e controlo de um detector.

6.2.1.5. Syllabus:

I- Introduction. Sensors: control and read out . Signal characterization. Response times.

II- A/D and D/A converters. TDC. Detectors. Transducers. Signal shaping.

Linearization.

III- Automatic measurement systems. Fundamental concepts. Serial and parallel Interfaces. IEEE 488. protocol. Data acquisition boards.

IV- Design and implementation of a data acquisition and control system .

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.

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

All the syllabus points aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes and the objectives of the UC.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Validação do sistema .

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Validation of the system

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Computer interfacing : a practical approach to data acquisition and control, William H. Rigby, Terry Dalby, 1994,

Prentice Hall, 1994; PC interfacing for data acquisition and process control, Sanjay Gupta, Jai P. Gupta (eds), 1994,

Research Triangle Park, NC : Instrument Society of America

Mapa X - Fusão Nuclear

6.2.1.1. Unidade curricular:*Fusão Nuclear***6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Nuno Loureiro (0.00)***6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:***não aplicável***6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***-Formação nas áreas da Física, Engenharia e Tecnologia dos Plasmas de Fusão, visando:**(i) A sensibilização para os diversos métodos que podem levar ao aproveitamento da energia de fusão nuclear para fins pacíficos;**(ii) O estudo do plasmas de fusão em experiências de confinamento magnético, em particular nos tokamaks: estabilidade, confinamento e transporte do plasma; métodos de aquecimento. Diagnósticos e caracterização do plasma.**(iii) Investigação e desenvolvimento necessários para o sucesso do projecto do reactor ITER e para a concretização da FN como via de produção de energia.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Physics, Engineering and Technology of Fusion Plasmas:**(i) Assessing the several methods leading to controlled nuclear fusion energy for peaceful purposes;**(ii) Studying the behavior of fusion plasmas in magnetic confinement experiments, with emphasis in Tokamaks: plasma stability, confinement and transport; technological issues related to auxiliary heating schemes as well as to the plasma dedicated diagnostics.**(iii) Surveying the research and development of the project of ITER reactor and to the viability of thermonuclear fusion as a route to the energy production.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***As potencialidades da energia de fusão nuclear.**A Física dos Plasmas e sua aplicação ao confinamento magnético**Equilíbrio do plasma na configuração Tokamak: equações do equilíbrio MHD; a equação de Grad-Shafranov e superfícies de fluxo.**Estabilidade MHD: o critério da energia; resistividade e viscosidade.**Instabilidades em Tokamaks: macroscópicas, modos tearing e disrupções; micro-instabilidades, ondas de deriva e micro-tearing.**Confinamento e transporte: clássico, neoclássico e anómalo; códigos de transporte.**Aquecimento e geração de corrente: aquecimento resistivo; injeção de feixes de neutros; aquecimento de rádio-frequência; a geração não-inductiva de corrente.**Interacções plasma-superfície: o papel das impurezas; os limitadores e os divertores**Métodos de diagnóstico em plasmas de fusão**As actuais experiências tokamak e o futuro reactor de fusão (ITER)***6.2.1.5. Syllabus:***Introduction: the potentialities of nuclear fusion energy.**Plasma physics and its application to magnetic confinement**Plasma equilibrium in the toroidal configuration ?Tokamak?: MHD equilibrium equations; Grad-Shafranov equation and flux surfaces.**MHD stability: the energy criterium; role of resistivity and viscosity.**Instabilities in Tokamaks: macroscopic, tearing modes and disruptions; microinstabilities, drift waves and micro-tearing.**Confinement and transport: classical and neo-classical transport; anomalous transport; predictive transport codes.**Heating and current drive: resistive heating; neutral beam injection; radio-frequency heating; non-inductive current drive.**Plasma-surface interactions: the role of impurities; limiters and the importance of divertors.**Diagnostic methods for fusion plasmas.**The present tokamak experiments and the future fusion reactor (ITER).***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os*

conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Discussão oral baseada na apresentação de um Trabalho Final individual pelo estudante

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Oral examination , based on an individual Final Work presentation by the student

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Fusion: The Energy of the Universe, G.McCracken and P. Stott, 2005, Elsevier ; Tokamaks, J.Wesson, 1997, Clarendon Press, Oxford; Fusão Nuclear, F. Serra, 1993, Centro de Fusão Nuclear

6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem

6.3.1. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem das unidades curriculares.

As metodologias de ensino são definidas pelos professores responsáveis pelas UCs de modo a serem coerentes com os objetivos da aprendizagem de cada unidade curricular.

Em geral, estas metodologias envolvem trabalho autónomo de pesquisa em literatura especializada, o debate de problemas específicos no âmbito de cada unidade curricular e a apresentação de seminários.

A grande maioria das unidades curriculares apresenta uma combinação apropriada de aulas teóricas, práticas, teórico/práticas, tutoriais e de laboratório.

A avaliação nas UCs consiste em geral numa combinação de testes e/ou exames, por vezes com inclusão de trabalhos práticos/laboratoriais, projetos ou seminários.

A unidade curricular específica Seminário de Física envolve uma apresentação com discussão oral.

6.3.1. Suitability of methodologies and didactics to the learning outcomes of the curricular units.

The teaching methodologies for the different CUs are defined by the respective responsible teacher in order to be consistent with the learning objectives for each curricular unit.

In general, these methodologies include autonomous research work into the specialized literature, analysis and discussion of specific problems in the area of each curricular unit and also the presentation of topical seminars.

Most curricular units are organized as appropriate combinations of theoretical, practical, theoretic-practical, tutorial and laboratory classes.

The performance evaluation in the CUs is in general based on a combination of tests and/or exams, eventually including practical/laboratory work, special projects or seminar presentations.

The specific curricular unit entitled "Physics Seminar" consists in the preparation, presentation and discussion of a seminar on a chosen topic.

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

No QUC aquando da recolha do inquérito aos estudantes, é-lhes apresentado um quadro com a informação sobre a carga de trabalho ao longo do semestre, sendo-lhes pedido que apresentem uma estimativa média de horas de trabalho autónomo, a % aulas assistidas por semana, a distribuição de trabalho autónomo pelas várias UC e o nº de dias de estudo para exame. Com base nestes elementos é calculada e comparada a carga média de trabalho de uma UC com a carga de trabalho prevista (ECTS), e classificada como: Abaixo do Previsto; Acima do Previsto; De acordo com o previsto. Estes resultados são facultados aos responsáveis pela gestão académica para análise e adequações futuras.

Para as UC do 3º está prevista para breve uma reflexão sobre esta temática, com o objetivo de criar um instrumento de avaliação alternativo.

6.3.2. Means to check that the required students' average work load corresponds the estimated in ECTS.

Under the QUC, at the time the student survey is conducted, students are given information on the workload assigned to the several units in which they were enrolled. Students are required to provide an average estimate of independent work hours and the percentage of classes attended, as well as the allocation of independent work to the several course units and the number of study days for exam. Based on these elements, the average workload of a course unit is calculated and compared with the estimated workload (ECTS), and ranked in 3 possible categories: Lower than Expected; Above Expectations; In line with Expectations. These results are unveiled to the person in charge of academic management for analysis and future action. For 3rd cycle course units, a reflection with the purpose of creating an alternative assessment tool is expected shortly.

6.3.3. Formas de garantir que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

O QUC prevê a avaliação do processo de ensino e aprendizagem em 5 dimensões: Carga de Trabalho, Organização, Avaliação, Competências e Corpo Docente, as quais refletem a relação entre a aprendizagem dos estudantes e os objetivos de aprendizagem previstos para a UC.

Com base nas respostas dos alunos, estas dimensões, vêm o seu funcionamento classificado como “Inadequado”, “A melhorar” ou “Regular”, sendo que nos 2 primeiros casos existem mecanismos de recolha de informação mais detalhados sobre as causas destes resultados. Em casos mais graves (várias dimensões com resultados inadequados ou a melhorar) está previsto um processo de auditoria, do qual resulta uma síntese das causas apuradas para o problema, e um conjunto de conclusões e recomendações para o futuro.

Para as UC de 3º ciclo está agendada para breve uma reflexão sobre esta temática, com o objetivo de criar um modelo de avaliação alternativo.

6.3.3. Means to ensure that the students learning assessment is adequate to the curricular unit's learning outcomes.

The QUC includes the assessment of the teaching and learning process in 5 dimensions: Workload, Organisation, Assessment, Competences and Teaching Body, which reflect the student learning and learning objectives ratio provided for the course unit.

Based on the students' responses, these dimensions are ranked as “Inadequate”, “To be improved” or “Regular”. In the 2 first cases there are improved information collection mechanisms about the causes for these results. Where results are inadequate or to be improved, an auditing process is foreseen which summarizes the causes for the problem and a number of conclusions and recommendations for the future.

For 3rd cycle course units, a reflection with the purpose of creating an alternative assessment tool is expected shortly.

6.3.4. Metodologias de ensino que facilitam a participação dos estudantes em atividades científicas.

Os alunos participam em projectos de investigação em curso nos centros de investigação e laboratórios associados aos programas de doutoramento do Departamento de Física.

Em geral é requerido que os alunos participem em conferências, workshops e seminários através da apresentação de comunicações.

Durante a aprendizagem os alunos são conduzidos a elaborar artigos científicos resultantes da investigação que realizam para submissão em revistas internacionais com mérito reconhecido.

6.3.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities.

Students usually participate in ongoing research projects at the research centers and laboratories that are associated with the Physics Department and the doctoral program.

Also, in general students are required to participate in conferences, workshops and seminars, oftentimes with the submission of communications.

Throughout the learning process students are led to elaborate scientific papers as a result of their investigations and submit them for publication in international, refereed and acknowledged journals.

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	1	6	5
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	1	6	1
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	0	2
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	2
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	0

Perguntas 7.1.2. a 7.1.3.

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

Ainda no âmbito do QUC está prevista a apresentação dos resultados semestrais de cada UC não só ao coordenador de curso, como também aos presidentes de departamento responsáveis pelas várias UC, em particular os resultados da componente de avaliação da UC que engloba o sucesso escolar. Paralelamente, o coordenador de curso tem ao seu dispor no sistema de informação um conjunto de ferramentas analíticas que permitem analisar e acompanhar o sucesso escolar nas várias UC ao longo do ano letivo.

Nas UC do 3º ciclo, este instrumento tem-se revelado ineficiente, devido à dispersão de alunos pelas diversas opções de UC de 3º ciclo, o nº reduzido de respostas, tem originado falta de representatividade. Está prevista para breve uma reflexão sobre esta temática com o objetivo de criar um instrumento de avaliação alternativo.

7.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

Under the QUC, the results for each course unit will be reported on a half-yearly basis to the programme coordinator and to the presidents of department responsible for the course units, particularly the results of the course unit assessment component that comprises academic achievement. Concurrently, through a number analytical tools embedded in the information system, the programme coordinator may analyze and follow up academic achievement in the different course units along the academic year.

For 3rd cycle course units, this tool has appeared inefficient due to the dispersion of 3rd cycle course units and the low response rate. A reflection with the purpose of creating an alternative assessment tool is expected shortly.

7.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de ações de melhoria do mesmo.

De acordo com 6.3.3 o QUC prevê a realização de auditorias a UC que apresentem resultados inadequados ou a melhorar em várias dimensões de análise, das quais decorrem recomendações para melhoria dos processos associados que devem ser seguidas pelos departamentos responsáveis, pelo coordenador de curso, e o pelo conselho pedagógico. Paralelamente, anualmente é produzido o relatório anual de autoavaliação (R3A) que engloba um conjunto de indicadores sobre o sucesso escolar do curso, entre outros; é pedido aos coordenadores de curso uma análise do R3A, bem como propostas de atuação futura. Periodicamente são também desenvolvidos alguns estudos sobre o abandono e sucesso escolar que permitem analisar esta dimensão. Por ora, tanto o QUC como o R3A, para o 3º ciclo, ainda estão em reflexão com o objetivo de criar um instrumento de avaliação alternativo.

7.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

According to 6.3.3 the QUC provides for course unit audits which reflect inadequate results or results to be improved in several dimensions of analysis that result from recommendations for improvement of related processes. These recommendations must be followed by the departments-in-charge, by the programme coordinator and the Pedagogical Council. Concurrently, the self-assessment report (R3A) is produced on an annual basis, which comprises a number of indicators about academic achievement, among others; the programme coordinators are asked to analyze the R3A, as well as proposals for future action. Some studies about dropouts and academic achievement are periodically produced, which make it possible to analyze this dimension. For the time being, both the QUC and the R3A, for the 3rd cycle are not yet in line with the purpose of creating an alternative assessment tool.

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.	0
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de atividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	0
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	0

7.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

Pergunta 7.2.1. a 7.2.6.

7.2.1. Indicação do(s) Centro(s) de Investigação devidamente reconhecido(s), na área científica predominante do ciclo de estudos e respetiva classificação (quando aplicável).

Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados (CeFEMA) (<http://cefema.tecnico.ulisboa.pt/>) - Muito Bom
Centro de Física Teórica das Partículas (CFTP) (<http://cftp.ist.utl.pt/>) - Muito Bom
Centro Multidisciplinar de Astrofísica (CENTRA) (<http://centra.tecnico.ulisboa.pt/>) - Muito Bom
Laboratório de Instrumentação e Física de Partículas (LIP) (<http://www.lip.pt/>) - Muito Bom
Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN) (<http://www.ipfn.ist.utl.pt/portal/>) - Excepcional
Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C²TN) (<http://c2tn.tecnico.ulisboa.pt/>) - Excelente
Instituto de Engenharia de Computadores e Sistemas em Lisboa (INESC-MN) (<http://www.inesc-id.pt/>) - Muito Bom
Centro de Recursos Naturais e Ambiente (CERENA) (<http://cerena.ist.utl.pt/>) - Muito Bom

7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark (if applicable).

Center of Physics and Engineering of Advanced Materials (CeFEMA) (<http://cefema.tecnico.ulisboa.pt/>) - Very Good
Center of Theoretical Particle Physics (CFTP) (<http://cftp.ist.utl.pt/>) - Very Good
Multidisciplinary Center of Astrophysics (CENTRA) (<http://centra.tecnico.ulisboa.pt/>) - Very Good
Laboratory of Particle Physics and Instrumentation (LIP) (<http://www.lip.pt/>) - Very Good
Institute of Plasma and Nuclear Fusion (IPFN) (<http://www.ipfn.ist.utl.pt/portal/>) - Exceptional
Nuclear Science and Technology Center (C²TN) (<http://c2tn.tecnico.ulisboa.pt/>) - Excellent
Institute of Computer Engineering and Systems in Lisbon (INESC-MN) (<http://www.inesc-id.pt/>) - Very Good
Center of Natural Resources and Environment (CERENA) (<http://cerena.ist.utl.pt/>) - Very Good

7.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, relevantes para o ciclo de estudos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/42745e14-0940-0c6b-546b-5625016873f2>

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/42745e14-0940-0c6b-546b-5625016873f2>

7.2.4. Impacto real das atividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.

Valorização e atualização de empresas e do setor público pela incorporação dos doutorados formados por este programa. Criação de novas empresas e spin-offs. Desenvolvimento de patentes e modernização da sociedade em geral como resultado da atividade dos doutorados do programa.

7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.

By incorporating the graduates formed by this doctoral program, private companies and public administration receive valuable, up-to-date expertise and knowledge.

The program also leads to the production of new enterprises and spin-offs.

Patented developments and a modernization of the larger society results from the activities of the program's graduates.

7.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.

Integração em experiências de grandes laboratórios internacionais, tais como CERN, JET, ITER, ESA, ESO.
Colaborações com outros laboratórios internacionais, tais como o Laboratório Ibérico de Nanotecnologia (INL), redes universitárias europeias e redes de equipamentos integrados no Roteiro Nacional de Infraestruturas da FCT.
Colaboração com Universidades, Centros e Grupos de Investigação internacionais em cada área científica por recurso a vários instrumentos tais como: FP7, Marie Curie, ERC, Mobility. As colaborações com Universidades e Institutos estrangeiros excedem 94 no total, e adicionalmente contam-se pelo menos 11 colaborações com empresas estrangeiras.

7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.

The program integrates experiments in major international laboratories and organization, such as CERN, JET, ITER, ESA and ESO. There are also collaborations with other international laboratories, such as the Iberian Nanotechnology Laboratory (INL), European university networks and equipment networks as part of the FCT's National Infrastructure Guide. Using several instruments such as FP7, Marie Curie, ERC and Mobility the program also fosters collaborative work in each scientific area with international universities, centers and research groups. Collaborations with foreign Universities and Institutes exceeds 94 in total, and also at least 11 collaborations with foreign companies.

7.2.6. Utilização da monitorização das atividades científicas, tecnológicas e artísticas para a sua melhoria.

Anualmente é analisada a produção científica referenciada na WoS – Web of Science. Estudos mais profundos são efetuados quinquenalmente para coincidirem com a avaliação da FCT. A informação é organizada segundo a área científica de cada Unidade de Investigação (UI), e disponibilizados dados bibliométricos e financeiros das UI, comparando-os com as congéneres nacionais e posicionando-as face a alguns indicadores que permitem perceber o posicionamento internacional relativo nas áreas de publicação. Como resultado do esforço continuado efetuado pelos órgãos da escola desde 2011, nomeadamente após a criação do sistema interno de diagnóstico/planeamento estratégico das UI, a reflexão já conduziu a fusões e extinções de UI (de mais de 30 para 22 unidades próprias e associadas), dando ênfase particular ao aumento da capacidade crítica instalada e da competitividade científica e financeira nas unidades fundidas.

7.2.6. Use of scientific, technological and artistic activities' monitoring for its improvement.

Every year, an analysis of the scientific output identified in the WoS – Web of Science is carried out. More in depth studies, focused on five year slots, are also conducted to match FCT evaluation cycle. Information is organized according to the scientific area of each Research Unit (RU), and it is provided bibliometric and financial data, comparing them to their national counterparts and positioning them in view of some indicators that allow for understanding the relative international positioning in the publication areas. As a result of the continued effort carried out by IST institutional bodies since 2011, namely through the creation of the internal strategic diagnosis/planning of the RU, the ongoing reflection has already led to unit mergers and closures (from more than 30 RU to 22) focusing particularly on the increase in the installed critical capacity and the scientific and financial competitiveness of merged units.

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.

Desenvolvimento de tecnologias e equipamentos no âmbito da investigação do programa doutoral.

Ações de formação técnica específicas associadas a equipamentos e técnicas desenvolvidas ou aplicadas no programa doutoral.

Participação em atividades de Outreach (Ciência Viva, Seminários abertos, entrevistas aos meios de comunicação).

Publicação de livros científicos e de divulgação por membros do corpo docente (World Scientific, Springer, IST Press, Gradiva, etc.)

7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training in the main scientific area(s) of the study programme.

A consequence of the research developed in the doctoral program is the development of new techniques, technologies and equipment.

Advanced training in specific techniques associated with these developments or methods applied in the doctoral program also ensues.

Participation in Outreach activities (Ciência Viva, open seminars, media consulting and interviews).

The faculty involved in the program also participates by publishing science books and publicizing their work through renowned editors (World Scientific, Springer, IST Press, Gradiva, etc.)

7.3.2. Contributo real dessas atividades para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica, e a ação cultural, desportiva e artística.

Para além das suas funções de Ensino e I&D, o Programa Doutoral em Engenharia Física Tecnológica do IST desenvolve atividades de ligação à Sociedade, contribuindo para o desenvolvimento económico e social do País em áreas relacionadas com a sua vocação no domínio da Ciência, Engenharia e Tecnologia.

Procura-se estimular a integração de alunos e docentes nos grandes projetos científicos europeus e mundiais, tais como o CERN, ITER, ESA, etc., assim como noutras unidades de I&D de menor dimensão nacionais e estrangeiras.

Procura-se que os alunos assim formados contribuam para o desenvolvimento nacional através das suas competências específicas na sua área de formação, como também contribuam para a renovação cultural e científica da sociedade através de atividades culturais de âmbito mais geral.

7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.

Beyond its role in Education and R&D, the Doctoral Program in Physics Engineering of the IST fosters activities that connect it to the Society, making contributions to the economic and social development of the country in areas related to its vocation in the domain of Science, Engineering and Technology.

The program encourages the integration of students and faculty in great science projects in Europe and the World, such as CERN, ITER, ESA, etc, and in other R&D units of smaller dimension, both national and foreign.

The goal is that the students formed in the program will contribute to the national development through their acquired specific competences and area of expertise, and also contribute to cultural and scientific renewal of society via their participation in other cultural activities of a general nature.

7.3.3. Adequação do conteúdo das informações divulgadas ao exterior sobre a Instituição, o ciclo de estudos e o ensino ministrado.

O IST assume total responsabilidade sobre a adequação de toda a informação divulgada ao exterior pelos seus serviços, relativa aos ciclos de estudo ministrados sob sua responsabilidade.

7.3.3. Suitability of the information made available about the institution, the study programme and the education given to students.

The IST is fully responsible for the adequacy of all the information reported externally by its services, regarding the study cycles taught under its responsibility.

7.3.4. Nível de internacionalização

7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

	%
Percentagem de alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Percentage of foreign students enrolled in the study programme	40
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in)	29
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Percentage of students in international mobility programs (out)	0
Percentagem de docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Percentage of foreign teaching staff (in)	5
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of teaching staff in mobility (out)	64.7

8. Análise SWOT do ciclo de estudos

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

- *O alto prestígio da instituição IST e dos centros e laboratórios de investigação associados.*
- *A excelente qualidade dos alunos que ingressam no programa de doutoramento.*
- *A elevada qualidade do corpo docente proporcionando uma formação de base sólida e atualizada, numa componente letiva de excelente qualidade.*
- *A possibilidade de desenvolvimento da investigação em unidades de investigação de elevada qualidade.*
- *O acesso a meios laboratoriais e computacionais de grande qualidade e atualidade, nomeadamente grandes infraestruturas como Sala Limpa para micro e nano fabricação, Tokamak (máquina toroidal de fusão) e Instalação de Lasers ultra-intensos.*
- *A existência de elevado número de Seminários e Workshops regularmente realizados no IST a que os alunos podem ter acesso.*
- *Acesso a bases referenciais de revistas, nomeadamente as revistas da American Physical Society (APS) que continuam a ser assinadas pelo IST.*
- *Enquadramento institucional de vários programas doutorais da FCT, com bolsas próprias providenciando alunos de doutoramento.elevada qualidade.*
- *A excelente aceitação dos doutorados quer a nível nacional quer internacional.*
- *O espectro muito amplo e diversificado das áreas científicas existentes no DF.*
- *O alto nível e o elevado número de publicações em revistas científicas internacionais dos docentes que participam nos programas doutorais.*
- *O nível de reconhecimento no país e em instituições universitárias e laboratórios estrangeiros da qualidade da investigação realizada no DF.*
- *A disponibilidade dos investigadores na lecionação de unidades curriculares e orientação de teses como professores convidados.*

8.1.1. Strengths

- *The excellent prestige of IST as an institution and its associated centres and laboratories.*
- *The excellent quality of the students that enrol in the doctoral programme.*
- *An highly qualified faculty providing a strong and up-to-date fundamental training, integrating an excellent academic component.*
- *The possibility of developing research in high-quality research units.*
- *Access to great state-of-the-art computational and laboratory resources, including large infrastructures such as a Clean Room for micro- and nano-fabrication, a Tokamak (toroidal fusion machine) and facilities for ultra-intense lasers.*
- *The existence of numerous Seminars and Workshops organized on a regular basis at the IST, which the students can attend and profit from.*
- *Access to reference journal databases, including in particular journals from the American Physical Society (APS) which the IST continues to subscribe.*
- *An institutional framing for several doctoral programmes from FCT which, with its own scholarship endowments, attracts doctoral students of the highest quality.*
- *Excellent placement of its graduates both nationally and internationally.*
- *The large and diversified spectrum of scientific areas within the Physics Department.*
- *The high quality and numbers of publications in scientific international journals by the faculty of the doctoral program.*
- *The reconnaissance of the excellence of research taking place in the Physics Department, in the country and in foreign university and laboratory institutions.*
- *The possibility of engaging researchers as invited professors for teaching curricular units.*

8.1.2. Pontos fracos

*Ensino experimental fortemente baseado nas infraestruturas cedidas pelas unidades de investigação.
Um curriculum demasiadamente extenso, não otimizando o conteúdo das unidades curriculares.
Unidades curriculares formativas, incluídas no plano de estudos, semelhantes a unidades do curso de mestrado.*

8.1.2. Weaknesses

*Teaching of experimental curricular units depends heavily on infrastructures borrowed from research centres.
An oversized curriculum that does not optimize the content of its curricular units.
Formative curricular units, similar to units from the Master's level courses, are included in the study plan.*

8.1.3. Oportunidades

Estabelecer parcerias (nacionais e internacionais) com universidades de grande prestígio conducentes à realização de doutoramentos em cotutela e à atribuição de graus duais ou em rede.

A incorporação rápida de novos desenvolvimentos científicos e tecnológicos no programa de doutoramento por via do intercâmbio científico com outras instituições nacionais e estrangeiras.

8.1.3. Opportunities

To establish national and international partnerships with highly prestigious universities that lead to shared tutelage doctoral degrees or dual networked degrees. The fast integration in the doctoral program of new scientific and technological developments that result from scientific interaction with other national and foreign institutions.

8.1.4. Constrangimentos

*Dificuldade na obtenção de bolsas de doutoramento em áreas não cobertas pelos programas de doutoramento da FCT.
Ausência de financiamento por parte das Universidades dos centros de investigação que suportam as infraestruturas afetas ao programa de doutoramento. Redução de verbas e funcionamento irregular por parte das agências de financiamento científico, dificultando o normal funcionamento das infraestruturas afetas ao programa de doutoramento.*

8.1.4. Threats

*There is an increased difficulty in obtaining PhD scholarships in areas that are not covered by the FCT's doctoral programs.
Universities lack in funding research centers that carry the infrastructures supporting the doctoral program.
Budget restrictions and irregular operation of the scientific financing agencies from which the doctoral program depends.*

9. Proposta de ações de melhoria**9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos**

9.1.1. Ação de melhoria

Adaptação ao desenvolvimento de tecnologia e conhecimento.

Adaptação e articulação com os novos doutoramentos FCT.

Revisão do conjunto de unidades curriculares e seus conteúdos, aumentando a coerência do conjunto das unidades curriculares oferecidas em cada área científica.

Eliminação das unidades formativas anteriormente incluídas no plano de estudos semelhantes a unidades do curso de mestrado, tendo-se optado por passar a incluir, se necessário, unidades curriculares do mestrado (MEFT) no plano de estudos dos alunos como unidades propedêuticas.

9.1.1. Improvement measure

Adaptation to new knowledge and technological development.

Adaptation and articulation with new FCT doctoral programs.

Revision of the ensemble of curricular units and their contents, thus raising the coherence of the curricular units that are offered in each scientific area.

Elimination of formative units, previously included in the study plan, that were similar to units in the Master's degree and, if necessary, the inclusion of curricular units of the MEFT degree as propaedeutical units in the students study plan.

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

Alta prioridade. Implementação no ano letivo 2016-2017.

9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.

High-priority. Implementation starting in academic year 2016-2017.

9.1.3. Indicadores de implementação

Melhoria da formação dos alunos resultante do seu plano curricular, com benefícios para a realização das teses de doutoramento. Concentração dos alunos num número inferior de unidades curriculares.

9.1.3. Implementation indicators

Improvements in student preparation as a consequence of their curricular plan, with benefits for the production of the doctoral thesis. Student concentration in smaller number of curricular units.

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**

A reestruturação do curso teve como base os seguintes dois aspectos:

1) A apresentação de unidades curriculares que refletissem o estado da arte da ciência e da tecnologia em cada uma das áreas científicas do programa de doutoramento, dada a rapidez da evolução do conhecimento em cada uma delas.

2) Uma melhor racionalização dos recursos humanos de professores e investigadores disponíveis para a leccionação.

Em resultado da reestruturação conseguiu-se a eliminação de algumas das unidades curriculares existentes e a actualização e introdução de outras, permitindo uma redução de 25.5% no total das unidades oferecidas.

10.1.1. Synthesis of the intended changes

The program restructuring was based in the two following aspects:

1) The ability to offer curricular units that reflect the state-of-the-art in science and technology for each of the scientific areas of the doctoral program, thus accounting for the fast pace of evolution of knowledge in each.

2) An improved rationalization of human resources among professors and researchers available for teaching.

As a result of the restructuring we have been able to eliminate some of the existing curricular units and update and introduce others, which allowed for a 25.5% reduction in total offered units.

10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)**Mapa Tronco Comum**

10.1.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.1.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.1.2.2. Grau:
Doutor

10.1.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Competências Transversais (Opções-7.5 ECTS)/ Crosscutting Skills (Optional-7.5 ECTS)	CT	0	0
Física Interdisciplinar (Opções-15 ECTS)/ Interdisciplinary Physics (Optional-15 ECTS)	FI	3	0
Física da Matéria Condensada e Nanotecnologia (Opções-75 ECTS)/ Condensed Matter and Nanotechnology (Optional-75 ECTS)	FMCN	0	0
Física de Partículas e Física Nuclear (Opções-60 ECTS)/ Particle and Nuclear Physics (Optional-60 ECTS)	FPFN	0	0
Física dos Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear (Opções-52.5 ECTS)/ Plasma Physics, Lasers and Nuclear Fusion (Optional-52.5 ECTS)	FPLFN	0	0
Físicas e Tecnologias Básicas (Opções-27 ECTS)/ Basic Physics and Technologies (Optional-27 ECTS)	FTB	0	0
Outras áreas científicas do IST (Opções-30 ECTS)/ Other scientific areas of IST (Optional-30 ECTS)	OL	0	0
Opções - Qualquer área científica desta tabela/Options - any scientific area of this table	OP	0	27
(8 Items)		3	27

10.2. Novo plano de estudos

Mapa XII - Tronco Comum - 1º Ano

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Doutor

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Competências Transversais / Soft Skills	CT	Semestral	42	OT-14;	1.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Ensino e Divulgação Científica - DF / Outreach and Teaching Skills - DF	CT	Semestral	168	OT-42;	6	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Física da Informação Clássica e Quântica / Physics of Classical and Quantum Information	FI	Semestral	210	TP-56;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Seminário de Física / Physics Seminar	FI	Semestral	84	S-14;	3	Obrigatória
Tecnologias Quânticas da Informação / Quantum Information Technologies	FI	Semestral	210	TP-56;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Caracterização Avançada de Materiais Funcionais / Advanced Characterisation of Functional Materials	FMCN	Semestral	210	T-14;PL-56;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Complementos de Microtecnologias / Complements of Microtechnologies	FMCN	Semestral	210	T-14;PL-56;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Física da Matéria Condensada e Informação Quântica / Condensed Matter Physics and Quantum Information	FMCN	Semestral	210	OT-42;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Física das Nanoestruturas de Semicondutores / Physics of Semiconductor Nanostructures	FMCN	Semestral	210	T-42;PL-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Microfluidica / Microfluidics	FMCN	Semestral	210	T-28;PL-42;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Spintrónica / Spintronics	FMCN	Semestral	210	T-28; TP-56	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos Avançados em Física da Matéria Condensada / Advanced Topics in Condensed Matter Physics	FMCN	Semestral	210	OT-42;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos Avançados em Magnetismo / Topics in Advanced Magnetism	FMCN	Semestral	210	T-28;TP-56;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos de Física Experimental da Matéria Condensada / Topics of Experimental Condensed Matter Physics	FMCN	Semestral	210	T-28;PL-56;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos de Física dos Cristais Líquidos / Topics of Physics of Liquid Crystals	FMCN	Semestral	210	T-42;PL-21	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Astropartículas / Astroparticles	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Concepção e Simulação de Detectores de Radiação / Design and Simulation of Radiation Detectors	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Métodos Experimentais Avançados em Física de Partículas I / Advanced Experimental Methods in Particle Physics I	FPFN	Semestral	210	PL-28;OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS

Métodos Experimentais Avançados em Física de Partículas II / Advanced Experimental Methods in Particle Physics II	FPFN	Semestral	210	PL-28;OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Técnicas em Física de Partículas / Particle Physics Techniques	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos Avançados em Física das Partículas e Astropartículas I / Advanced Topics in Particle and Astroparticle Physics I	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos Avançados em Física das Partículas e Astropartículas II / Advanced Topics in Particle and Astroparticle Physics II	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos em Física das Partículas / Topics in Particle Physics	FPFN	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Computação Avançada em Física e Engenharia / Advanced Computation in Physics and Engineering	FPLFN	Semestral	210	TP-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Diagnósticos/Diagnostics	FPLFN	Semestral	126	TP-10.5;PL-31.5;	4.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Engenharia-Pádua 1/Engineering-Pádua 1	FPLFN	Semestral	252	TP-21;	9	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Fundamentos de Física dos Plasmas, Fusão Nuclear e Lasers / Fundamentals of Plasma Physics, Nuclear Fusion and Lasers	FPLFN	Semestral	210	T-42;TP-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Física-Munique 1/Physics-Munich 1	FPLFN	Semestral	252	TP-21;	9	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Métodos de Diagnóstico de Plasmas / Diagnostic Methods for Plasmas	FPLFN	Semestral	210	T-28;PL-42;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Tópicos Avançados em Física dos Plasmas, Fusão Nuclear e Lasers / Advanced Topics in Plasma Physics, Nuclear Fusion and Lasers	FPLFN	Semestral	210	T-42;TP-28;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Métodos Computacionais em Tecnologia das Radiações / Computational Methods in Radiation Technology	FTB	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Métodos de Física Nuclear em Ciência e Tecnologia / Nuclear Physics Methods in Science and Technology	FTB	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Projecto de Aquisição e Controlo em Detectores / Project on Data Acquisition and Control in Detectors	FTB	Semestral	210	OT-14;	7.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Sistemas de Aquisição e Processamento de Dados/Data Acquisition and Processing Systems	FTB	Semestral	126	P-10.5;PL-31.5;	4.5	Opcional Deverão ser escolhidos pelo menos 27 ECTS
Outras Unidades curriculares de opção / Other free optional units	OL	Semestral	840	n.a.	30	Opções Livres: UCs do IST com acordo prévio do DEAFIT no âmbito do regulamento dos PDs

(35 Items)

10.3. Fichas curriculares dos docentes

Mapa XIII - Katharina Lorenz

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

Katharina Lorenz

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

10.3.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
Instituto Superior Técnico

10.3.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

10.3.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

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

Mapa XIII - Eduardo Filipe Vieira de Castro

10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Eduardo Filipe Vieira de Castro

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

10.3.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
Instituto Superior Técnico

10.3.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

10.3.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

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

Mapa XIII - Pedro José Gonçalves Ribeiro

10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro José Gonçalves Ribeiro

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

10.3.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
Instituto Superior Técnico

10.3.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

10.3.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

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

10.4. Organização das Unidades Curriculares (apenas para as unidades curriculares novas)

Mapa XIV - Astropartículas / Astroparticles

10.4.1.1. Unidade curricular:

Astropartículas / Astroparticles

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

Mário João Martins Pimenta

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):

Introduzir o aluno ao mundo da física das astropartículas. Perceber os principais temas de investigação teóricos e experimentais neste campo. Elaborar, num caso concreto, o esboço de uma proposta preliminar de uma experiência.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

A first introduction to the astroparticle world. Understand the main experimental and theoretical subjects of research in this field. To make, in a specific subject, a first preliminary draft of an experiment.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

O Modelo Padrão e suas extensões Um espaço-tempo curvo. Um gás de partículas relativistas e não relativistas. Modelos Cosmológicos simples: Universos de radiação, matéria e vacuo. A expansão do Universo: SN cosmological Project. Etapas do big-bang: Nucleosíntese e Recombinação A Formação de Estruturas Universo Homogéneo/Heterogéneo CMB e Large Scale Structures. As sondas que vêm do Universo: Raios cósmicos hadrónicos, Astronomia gamma, Neutrinos, Ondas gravitacionais, a Matéria Escura.

10.4.1.5. Syllabus:

The Standard Model of Particle Physics The curvature of space-time Cosmological models. The expansion of the Universe. SN cosmological Project. The big-bang, CMB e Large Scale Structures. The probes from the Universe: Charged cosmic rays, gamma rays, Neutrinos, gravitational waves. The Dark matter.

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

O programa cobre os estudos principais da atividade científica da área das Astropartículas, o que corresponde ao objetivo da unidade curricular.

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

The program covers the principal studies of the scientific activity in the area of Astroparticles, which corresponds to the goal of the course unit.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Dependendo do número de alunos inscritos, esta cadeira tem uma componente lectiva clássica correspondente às aulas de introdução geral, seguida por uma componente tutorial em que o aluno é confrontado com alguns artigos que deve estudar e posteriormente discutir. A meio do semestre é escolhido um tópico de desenvolvimento que será apresentado pelo aluno, no final do semestre num seminário de 30 minutos, constituindo também a avaliação da unidade curricular.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Depending on the number of students enrolled, this course has a classical teaching component corresponding to general introductory classes, followed by a tutorial component in which the student is faced with some articles that he needs to study and discuss later. At midterm, the student choose a topic to develop and to be presented in a 30 minute seminar at the end of the semester, which is also part of the course unit evaluation.

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

Esta cadeira dada a sua especificidade exige um acompanhamento individual dos alunos, pelo que um seguimento semi-tutorial se afigura como o mais adequado. A avaliação enquadra-se no contexto deste ensino

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

Due to its specificity, this course requires an individual monitoring of students, thus we consider that a semi-tutorial follow-up is the most appropriate. The evaluation fits into the context of this teaching.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Cosmology and Particle Physics: Lars Bergstram and Ariel Goobar 1999 ISBN 0471970425

Particle Astrophysics : Donald Perkins 2003 ISBN 0198509529

Mapa XIV - Tópicos em Física das Partículas / Topics in Particle Physics**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Tópicos em Física das Partículas / Topics in Particle Physics

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

Jorge Manuel Rodrigues Crispim Romão, Mário João Martins Pimenta

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):

Formação avançada em Física de Partículas nas suas componentes teórica e experimental em temas na fronteira da investigação.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Advanced training in Particle Physics to obtain a deep understanding of some selected, theoretical or experimental, topics at the frontier of research.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa está organizado por módulos. Cada aluno, de acordo com o seu plano de estudos desenvolverá um sub-conjunto destes módulos cobrindo os temas seguintes, quer do lado da teoria quer do lado da experiência ou mesmo dos dois lados,

1) A Física do Bosão de Higgs. Violação de CP. As massas dos fermiões.

2) A Física dos neutrinos.

3) Física para além do Modelo Standard.

4) Física Hadrónica incluindo QCD.

10.4.1.5. Syllabus:

The program is organized in main subjects. Each student will follow a subset of these subjects according to his/her plan of study. The topics will cover, either from the theoretical or experimental side or both,

1) The Physics of the Higgs boson. CP Violation. The masses of the fermions.

2) Neutrino Physics.

3) Beyond the Standard Model Physics.

4) Hadronic Physics including QCD.

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

Esta unidade curricular tem como objetivo o aprofundamento de tópicos selecionados de acordo com o programa de doutoramento do estudante. Permite ainda complementar a formação obtida pelo aluno no Master. A organização do programa em módulos possibilita plenamente a prossecução dos objetivos.

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

This course aims at deepening selected topics according to the student's PhD program. It will also allow to complement the previous training of the student. The organization of the program in modules fully enables the achievement of the goals.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Dependendo do número de alunos inscritos e dos tópicos escolhidos, esta cadeira tem uma componente lectiva clássica correspondente às aulas de introdução geral, seguida por uma componente tutorial em que o aluno é

confrontado com alguns artigos que deve estudar e posteriormente discutir. A meio do semestre é escolhido um tópico de desenvolvimento que será apresentado pelo aluno, num seminário de 30 minutos, no final do semestre, constituindo também a avaliação da unidade curricular.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Depending on the number of students enrolled and the chosen topics, this course has a classical teaching component corresponding to general introductory classes, followed by a tutorial component in which the student is faced with some articles that he needs to study and discuss later. At midterm, the student choose a topic to develop and to be presented in a 30 minute seminar at the end of the semester, which is also part of the course unit evaluation.

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

Esta cadeira dada a sua especificidade exige um acompanhamento individual dos alunos, pelo que um seguimento semi-tutorial se afigura como o mais adequado. A avaliação enquadra-se no contexto desta metodologia de ensino.

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

Due to its specificity, this course requires an individual monitoring of students, so we consider that a semi-tutorial follow-up is the most appropriate. The evaluation fits into the context of this methodology of teaching.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Gauge Theories of the Strong, Weak and Electromagnetic Interactions, Chris Quigg, 1997, The Benjamin/ Cummings Publishing Company
CP Violation: Gustavo Castelo Branco, Luís Lavoura and João Paulo Silva, 1999 Oxford U. P., New York, 1999
Neutrinos in High Energy and Astroparticle Physics, J.W.F. Valle and J. C. Romão, Wiley-VCH, 2015.
Introduction to Particle and Astroparticle Physics, A. De Angelis, M. Pimenta, Springer, 2015.
Theory and phenomenology of two-Higgs-doublet models, G. Branco, P. Ferreira, L. Lavoura, M. Rebelo, M. Sher and J. P. Silva, Phys.Rept. 516 (2012) 1-102.
Supersymmetry in Particle Physics, I. Aitchison, Cambridge University Press, 2007.

Mapa XIV - Caracterização Avançada de Materiais Funcionais / Advanced Characterisation of Functional Materials

10.4.1.1. Unidade curricular:

Caracterização Avançada de Materiais Funcionais / Advanced Characterisation of Functional Materials

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

Katharina Lorenz

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

Reinhard Horst Schwarz

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

Na primeira parte discutem-se os efeitos da radiação na matéria desde os problemas de danos provocados por radiação em certos ambientes até à produção de materiais funcionais avançados através da modificação das propriedades óticas, magnéticas ou elétricas. A segunda parte oferece uma formação abrangente, teórica e prática, em técnicas de análise por feixes de iões e por raios-X utilizadas na caracterização de materiais.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

In the first part the effects of radiation in matter will be discussed from problems arising due to the danification caused by irradiation in certain environments to the intentional modification of optical, magnetic or electrical properties to develop advanced functional materials. The second part will provide a wide theoretical and practical training in ion beam and X-ray analysis techniques used for the characterization of materials.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Interação de iões com a matéria; Processos de danificação de matéria por radiação.*
- 2. Efeitos da radiação em semicondutores e dispositivos eletrónicos.*
- 3. Modificação de materiais com feixes de iões.*
- 4. Simulação de Monte Carlo.*
- 5. Análise com feixes de iões.*
- 6. Difração de raios-X e refletividade de raios-X.*

7. Aplicação das técnicas para a caracterização avançada de materiais diversos (semicondutores, nanoestruturas, biomateriais, materiais geológicos e de património cultural etc.)

10.4.1.5. Syllabus:

- 1. Ion-matter interactions; Radiation effects and defects in materials.**
- 2. Radiation effects in semiconductors and electronic devices.**
- 3. Modification of materials by ion beams.**
- 4. Monte Carlo simulations.**
- 5. Ion beam analysis.**
- 6. X-ray diffraction and reflectivity.**
- 7. Application of the aforementioned techniques to advanced materials characterization (semiconductors, nanostructures, biomaterials, geological and cultural heritage materials)**

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

No fim da unidade curricular os alunos terão adquirido conhecimentos sobre a interação de radiação com a matéria, e a sua aplicação para a modificação e caracterização avançada de materiais. Durante todo o semestre os alunos participam em aulas de laboratórios para efetuar medidas de retrodispersão de Rutherford e canalização iónica, emissão de raios-X induzida por partículas, difração de raios-X, espectroscopia ótica, caracterização elétrica. Serão pedidos relatórios sobre estes trabalhos.

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

At the end of the course the students will have acquired a sound knowledge on radiation-matter interactions and their use in the modification and advanced characterization of materials. Practical aspects will accompany the classes throughout the semester with laboratory classes on Rutherford backscattering spectrometry and ion channelling, particle induced X-ray emission, X-ray diffraction, optical spectroscopy and electrical characterization. Reports will be asked on these works.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conteúdos teóricos serão acompanhados por trabalhos de laboratório e aulas teórico-práticas.

Há três aspetos na base no lecionamento desta cadeira.

1º, as aulas teóricas, com literatura associada, fornecem uma profunda análise e compreensão do tópico.

2º, as aulas laboratoriais complementam a matéria das aulas teóricas aplicando as técnicas de caracterização avançada num nível de investigação científico e utilizando equipamento da mais avançada tecnologia. Os alunos trabalham em grupos de 3-4 pessoas e devem redigir relatórios sobre os trabalhos experimentais.

3º, aulas teórico-práticas aprofundarão a matéria através de exercícios e aplicação de métodos computacionais como métodos de Monte Carlo. Será pedido um relatório sobre a aplicação de simulações Monte Carlo a um caso de estudo como trabalho para casa.

Ao fim do semestre, a matéria abordada nas aulas teóricas será verificada num exame escrito com duração de 3 horas.

TPC: 1 relatório 10 %

Lab: 5 relatórios 50 %

Exame: 40 %

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The theoretical contents and literature will be complemented by laboratory and exercise classes.

Three aspects underly the methodology of teaching of this class:

1st, the theoretical lectures and the literature provide a deep understanding of the topic.

2nd, the laboratory classes complement the theoretical classes by applying the advanced characterization techniques to functional materials at research level and using state-of-the-art experimental equipment. The students will work in groups of 3-4 persons and will write reports on each experiment.

3rd, exercise classes will deepen the theoretical knowledge and will introduce computational methods such as Monte Carlo simulation. A report on the application of Monte Carlo simulations to a case study will be prepared by each student as homework.

At the end of the semester, the course material will be verified in a written exam of 3 hours duration.

Homework: 1 report 10 %

Laboratories: 5 reports 50 %

Exam: 40 %

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para que os estudantes desenvolverem as competências na análise teórica e na aplicação experimental das técnicas a base de radiação acima mencionadas a um nível que permite a utilização destas técnicas para a investigação por exemplo no âmbito duma tese

de doutoramento.

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

The learning contents and teaching methodologies of this course are chosen to allow the students to develop competences in the theoretical analysis and experimental application of the described radiation based techniques at a level that allows them to use these techniques on research level for example during a doctoral thesis.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal:

1. Ion Implantation and Synthesis of Materials

M. Nastasi, J. W. Mayer

Springer

2006

2. Ion- Solid Interactions: Fundamentals and Applications

M. Nastasi, J. W. Mayer, J. K. Hirvonen

Cambridge University Press

1996

3. Nuclear Condensed Matter Physics: Nuclear Methods and Applications

G. Schatz, A. Weidinger

Wiley

1996

Secundária:

1. Particle-induced X-ray Emission Spectrometry

S. A. E. Johansson, J. L. Campbell, K. G. Malmqvist

Wiley

1995

2. Backscattering Spectrometry

W-K. Chu, J. W. Mayer, M. A. Nicolet

Academic Press

1980

3. Handbook of Modern Ion Beam Materials Analysis

T. Wang, M. Nastasi

Materials Research Society

2009

Mapa XIV - Física da Matéria Condensada e Informação Quântica/Condensed Matter Physics and Quantum Information

10.4.1.1. Unidade curricular:

Física da Matéria Condensada e Informação Quântica/Condensed Matter Physics and Quantum Information

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

Pedro José Gonçalves Ribeiro, Vítor João Rocha Vieira

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

Pedro Domingos Santos do Sacramento

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

Novos métodos e técnicas desenvolvidos no âmbito da Informação e Computação Quânticas têm vindo a ser introduzidas em Física da Matéria Condensada nos últimos 10 a 15 anos. Uma vez que estes métodos têm permitindo novas abordagens a problemas existentes este tópico tem ganho uma grande importância. Por outro lado, a Física da Matéria Condensada fornece naturalmente à Informação e própria Computação Quânticas os dispositivos necessários à sua implementação física. O objectivo desta Unidade Curricular é dotar os alunos de conhecimentos integrados das duas áreas, de modo a facilmente poderem integrar e acompanhar o seu rápido desenvolvimento.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

New methods and techniques developed in the context of quantum information and computation have been introduced

in Condensed Matter Physics during the last 10 to 15 years. As they often allow for a fresh approach and shine a new light on long-standing problems the topic is of growing importance. On the other hand, Condensed Matter Physics naturally provides quantum information and even quantum computation the physical devices for their implementation. The purpose of this unit is to provide the students with an integrated knowledge of both areas to easily integrate and follow their rapid development.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

*Correlações, Emaranhamento, Informação
Entropia de von Neuman, informação mútua, concorrência, negatividade, desacordo quântico, espectro de emaranhamento
Fidelidade, suscetibilidade, fidelidade de estados parciais, espectro da fidelidade.
Purificação
Fase de Berry e de Uhlman
Mecânica Quântica no espaço de fase
Estados coerentes e squeezed
Função de Wigner
Representações P e Q
Produto de Moyal
Representação de Majorana
Dinâmica quântica de sistemas abertos e fechados
Eco de Loschmidt, funções de distribuição do trabalho, igualdade de Jarzynski
Acoplamento ao ambiente, modelo de Caldeira e Leggett
Equações mestra e de Lindblad
Dissipação e descoerência
Fases da Matéria e Ordem Topológica
Paradigma de Landau
Fases com e sem hiato, entropia de emaranhamento
Para além do paradigma de Landau
Isoladores topológicos e supercondutores
Modelos de Kitaev
Entropia de emaranhamento topológico
Métodos numéricos
Método grupo renormalização matrizes densidade. Estados de produtos de matrizes, PEPS.*

10.4.1.5. Syllabus:

*Correlations, Entanglement, Information
von Neuman entropy, mutual information, concurrence, negativity, quantum discord, entanglement spectrum
Fidelity, fidelity susceptibility and correlation functions, partial state fidelity, fidelity spectrum
Purification
Berry and Uhlman phase
Quantum mechanics in phase space
Coherent and squeezed states
Wigner function
P, Q representations
Moyal product
Majorana representation
Quantum dynamics of closed and open systems
Loschmidt echo, work distributions, Jarzynski equality
Coupling to Environment
Caldeira and Leggett model
Master, Lindblad equations
Dissipation and decoherence
Phases of matter and Topological Order
Landau's paradigm, order parameters
Gapped and gapless phases, entanglement entropy
Beyond the Landau's paradigm
Topological insulator and superconductors
Kitaev models
Topological entanglement entropy
Quantum information numerical methods for many-body systems
Density matrix renormalization group method, Matrix product states, PEPS*

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

A escolha dos tópicos reflecte o actual e rápido desenvolvimento e importância das abordagens e métodos usados na

interface entre a Infomação Quântica e a Física da Matéria Condensada, bem como o do estudo de vários problemas e sistemas. A escolha da bibliografia reflecte naturalmente a sua relevância e actualidade, tomando em conta o seu grau de dificuldade.

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

The selection of the topics reflects the current and fast growth and importance of the approaches and methods used in the interface between quantum information and condensed matter physics, as well as the study of the various problems and systems. The choice of the bibliography also reflects its relevance and timeliness.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Será usada uma combinação de um regime de aulas teórico-práticas com um regime tutorial, em função do número de alunos. Particular atenção será dada a problemas concretos, de modo a assegurar uma aprendizagem contínua por parte do aluno. Será também feita a análise do fundamento de alguns métodos numéricos, usados no estudo desses problemas. Além dos trabalhos realizados ao longo do semestre, a avaliação final será feita através da realização de um exame final ou uma apresentação oral.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

A mixed system of theoretical-practical classes with a tutorial regime, as a function of the number of students will be used. Particular attention will be given to specific problems, in such a way as to ensure a continuous learning from the students. As a support of the methods used attention will also be put on numerical methods that allow the study of some more complex problems. In addition to the homework problems, the final evaluation will be done through a final exam or an oral presentation.

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

A análise e discussão de problemas ao longo do semestre permitirá uma maior interação com os alunos, de modo a acompanhar de uma forma contínua a sua formação. As diferentes abordagens usadas, incluindo a análise do fundamento dos métodos numéricos, permitirá dotar os alunos da capacidade de resolução analítica, numérica e computacional de problemas no âmbito da disciplina.

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

The analysis and discussion of the problems will allow a greater interaction with the students. The different approaches used, including numerical methods, will allow the students analytical, numerical and computational skills throughout the course.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Yehuda B. Band, Yshai Avishai, Quantum Mechanics with Applications to Nanotechnology and Information Science, Academic Press, 2012

Bei Zeng, Xie Chen, Duan-Lu Zhou, Xiao-Gang Wen, Quantum Information Meets Quantum Matter - From Quantum Entanglement to Topological Phase in Many-Body Systems, <http://arxiv.org/abs/1508.02595>

M.A. Nielsen and I.L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2000)

L. Amico, R. Fazio, A. Osterloh and V. Vedral, Reviews of Modern Physics 80, 517 (2008)

S.J. Gu, International Journal of Modern Physics B 24, 4371 (2010).

Preskill's notes on Quantum Information

John Preskill

<http://www.theory.caltech.edu/people/preskill/ph229/> [www.theory.caltech.edu]

Mapa XIV - Spintrónica / Spintronics

10.4.1.1. Unidade curricular:

Spintrónica / Spintronics

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

Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas

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):

Apresentar aos alunos uma perspectiva sobre os dispositivos spintrónicos avançados, incluindo os desafios relativos ao controlo do magnetismo à nanoescala e funcionalidade com consumo mínimo de potência. Os alunos ficarão familiarizados com os avanços mais recentes no armazenamento magnético de dados, memórias MRAM e nano-osciladores.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide the students with a state-of-the-art view of advanced spintronic devices, including the challenging mechanisms for magnetization control at the nanoscale and high performance at minimum power. The students will be familiar with the state-of-the-art advances in magnetic data storage, MRAM memories and nano-oscillators.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

- I. Transporte em metais ferromagnéticos 3d. Magnetoresistência anisotrópica, gigante, efeito túnel, transporte balístico e difuso em nanoconstricções. Transporte coerente em estruturas cristalinas. Acumulação de spin em interfaces.*
- II. Elementos padronizados : campo desmagnetizante em retangulos, elipses e efeitos na magnetização global.*
- III. Micromagnetismo em multicamadas. Interações em interfaces e inter-camadas. Simulação micromagnética de dispositivos com magnetização no plano ou perpendicular ao plano.*
- IV. Armazenamento magnético de dados. O disco duro. Meios magnéticos. Cabeças indutivas de filme fino. Cabeças de leitura magnetoresistivas.*
- V. Memórias magnéticas MRAM. Inversão de magnetização utilizando linhas de corrente, termicamente assistida ou transferência de spin. FPGA magnéticas (MTJ-FPGA).*
- VI. Sincronização de nano-osciladores (GHz) -emissão de ondas de spin em nanocontactos magnéticos.*

10.4.1.5. Syllabus:

- I. Transport in 3d ferromagnets and multilayers. Anisotropic, giant and tunneling magnetoresistance. Ballistic and diffusive transport in magnetic nanoconstrictions. Coherent tunneling through crystalline barriers. Spin accumulation at semiconductor/ferromagnetic interfaces.*
- II. Patterned structures: demagnetizing fields in rectangular, ellipsoid elements and effects on the global magnetization.*
- III. Micromagnetic interactions in multilayers. Interface and interlayer interaction couplings. Micromagnetic simulation models for devices with in-plane and perpendicular magnetization.*
- IV. Magnetic data storage. The hard disk. Magnetic thin film media (perpendicular vs longitudinal recording). Inductive thin film heads. Magnetoresistive read heads.*
- V. MRAM memories: Architectures. Magnetic/current, thermally assisted or spin transfer writing. Magnetic FPGAs and magnetic logic.*
- VI. Synchronization of nano-oscillators (GHz) and spin transfer effects in magnetic nano-contacts.*

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

A unidade curricular (Spi) dota os alunos dos principais aspetos dos dispositivos e materiais usados em spintrónica. A UC aborda vários tópicos em eletrónica de spin, que serão explorados para explicar e compreender o funcionamento de elementos tecnológicos da atualidade. Exploram-se as propriedades físicas dos materiais, princípios de funcionamento de estruturas micro e nano-fabricadas utilizando materiais magnéticos e filmes finos. Pretende-se dar uma perspetiva sobre os desafios e estado-da-arte em eletrónica de spin. Solicita-se aos alunos a resolução de exercícios de aplicação com cálculo analítico e numérico. Abordam-se algumas das técnicas que permitem validar e caracterizar os dispositivos spintrónicos estudados. Explora-se áreas multidisciplinares, onde nano-dispositivos spintrónicos têm sido usados com sucesso. Os conhecimentos desta UC abrem perspetivas de investigação nas áreas relacionadas com física aplicada.

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

The curricular unit (Spi) provides the students with the main aspects of materials and spintronic devices. The UC focus on several spintronics advanced topics and aims to understand the working principles and/or explore their applicability in modern technological devices.

The physical properties of materials, functional mechanisms of micro-nanofabricated structures based on magnetic materials and thin films are explored. One objective is to provide a view of the challenges and state-of-the-art in spintronics. The students are asked to use the concepts while solving problems in analytical and numerical basis. Some of the techniques used for spintronic device validation are presented. Multidisciplinary of spintronic device application is demonstrated. Spi offers the students a unique perspective for research in areas related with applied physics.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC envolve metodologias de ensino cobrindo áreas de desenvolvimento pedagógico essenciais ao doutoramento. Nas aulas é feita a análise de casos de estudo reais das temáticas da UC. Para dispositivos spintrónicos são definidos os princípios de funcionamento, descritos os processos de fabrico e metodologias para implementação de uma solução funcional/viável. Os alunos antecipam problemas de implementação

dos modelos, e familiarizam-se com soluções e estratégias para ultrapassar barreiras experimentais aquando da implementação dos modelos teóricos.

Resolução de exercícios práticos relacionados com os conteúdos da UC, baseados em situações reais;

Apresentação de um caso-estudo, onde o aluno descreve o processo de implementação, desde os cálculos teóricos até dimensionamento e validação. A discussão oral permite ao aluno antecipar o esquema organizativo e as questões que lhe serão postas quando apresentar os resultados do seu próprio trabalho de investigação de tese de doutoramento.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This CU involves teaching methodologies covering areas of educational development crucial to the doctoral program. Classes include a regular analysis of real case studies based on the CU contents.

Spintronic devices will be described, including the physical principles of operation, nanofabrication processes and methodologies for realizing the device through a functional/viable solution. This allows students to anticipate issues related with practical realization, learn tools for problem solving and methods for solution providing while implementing theoretical models.

Resolution of practical exercises related to the contents of the CU, using realistic parameters;

Presentation of a case-study where the student describes the steps from theoretical calculations to device sizing and characterization. The oral discussion prepares the student for the organization of the ideas and questions to be raised when his/her own PhD research results would be presented to public.

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

Com esta UC é possível aos alunos reconhecer conceitos, identificar desafios e propor aplicações tecnológicas baseadas em electrónica de spin. Os alunos são expostos aos desafios em implementar os princípios fundamentais estudados, do ponto de vista de operacionalidade. As metodologias de aprendizagem utilizadas na UC incluem a discussão de dispositivos realistas, exercícios e apresentação final.

A interpretação de dispositivos spintrónicos funcionais permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, aplicados à tecnologia que encontramos no dia-a dia, identificando as dificuldades em realizar os modelos teóricos e atingir especificações realistas necessárias à sua implementação. A resolução de exercícios práticos permite a aplicação dos conteúdos programáticos na resolução de exemplos concretos. Os elementos de avaliação são individuais para testar a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar e resolver problemas.

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

With this CU the students should be able to identify concepts, challenges, and propose better solutions using spintronics for technological applications. The students are introduced to the operational and nano-fabrication challenges related with the application of the fundamental concepts.

The teaching methodologies will be explored from the use of case-studies, passing through the resolution of practical exercises and a oral presentation.

The study of functional devices allows students to understand the syllabus, applied to daily technologies, resulting in a critical analysis of the practical implementation and realization with realistic specifications. Additionally the use of practical exercises, also allows the application of the syllabus in several examples illustrative of the spintronics concept. The cumulative evaluation elements are individual tests of the student's ability for integrated interpretation and problem resolution.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal/Main

Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials. Ed. Helmut Kronmuller and Stuart Parkin. 2007 JohnWiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-02217-7.

Mark Johnson (ed), Magneto-electronics, Elsevier Academic Press, 2003

Secundária/Secondary

Sellmyer and Skomski, Advanced Magnetic Nanostructures, Springer, 2006

Robert C O'Handley, Modern magnetic materials, principles and applications, John Wiley and Sons, 2000

Mapa XIV - Física das Nanoestruturas de Semicondutores / Physics of Semiconductor Nanostructures

10.4.1.1. Unidade curricular:

Física das Nanoestruturas de Semicondutores / Physics of Semiconductor Nanostructures

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

Reinhard Horst Schwarz

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):

Baseado nos conhecimentos em Física do Estado Sólido, os alunos recebem uma introdução geral sobre materiais semicondutores, as propriedades óticas e elétricas e as características dos dispositivos como díodos, lasers e transístores a efeito de campo. Nas aulas laboratoriais os alunos podem analisar, experimentar, até brincar com dispositivos modernos. Incluem-se apresentações de descobertas importantes, galardoados com prémio Nobel, como o método de dopagem remota (2000), o efeito Hall quântico (1998), e os LEDs azuis (2014).

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Based on previous lectures on Solid State Physics, the students will receive a general introduction on semiconductor materials, optical and electrical properties and device characteristics of diodes, semiconductor lasers and field-effect transistors. In laboratory classes modern semiconductor devices are analyzed and integrated into simple circuits. The theoretical classes include the presentation of important discoveries, all rewarded by the Nobel prize, on remote doping (2000), the integer and fractional quantum Hall effect (1998), and blue LEDs (2014).

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

Os alunos vão apreender o tópico de Física das Nanoestruturas de Semicondutores nas aulas teóricas. Durante todo o semestre os alunos participam em aulas de laboratórios para efetuar medidas de espectroscopia ótica, de características elétricas e de estudo de dispositivos. São pedidos dois relatórios sobre estes trabalhos.

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

The students will receive an overview of Physics of Semiconductor Nanostructures during the theoretical lectures. Practical aspects will accompany the classes throughout the semester with laboratory classes on optical spectroscopy, electrical characterization, device studies which will result in two extensive reports.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A cadeira de Física das Nanoestruturas de Semicondutores faz parte do programa doutoral em Engenharia de Física Tecnológica do IST. São apresentados os aspetos de física do estado sólido nos materiais semicondutores. Os conteúdos teóricos são acompanhados por trabalhos experimentais com diferentes tipos de dispositivos semicondutores. Há três aspetos na base da metodologia de ensino desta cadeira. Primeiro, as aulas teóricas, com literatura associada, fornecem uma profunda análise e compreensão do tópico. Segundo, as aulas laboratoriais complementam a matéria das aulas teóricas com trabalhos de verificação experimental da teoria de dispositivos reais. Terceiro, os alunos devem redigir dois relatórios extensos sobre os trabalhos experimentais. No fim do semestre, a matéria abordada nas aulas teóricas será verificada num exame escrito com duração de 3 horas. Trabalhos para casa: 3 relatórios 30 %; Laboratórios: 2 relatórios 20 %; Exame: 50 %

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course in Physics of Semiconductor Nanostructures is part of the Curriculum of the PhD program in Engineering of Technological Physics at IST. Based on relevant aspects of Solid State Physics in semiconductor materials, the course will give provide basic understanding of semiconductor physics and experimental work with semiconductor materials and devices. There are 3 aspects underlying the methodology of teaching of this class: One, the theoretical lectures and the accompanying literature give a deeper understanding of the topic. Second, the experimental classes are intended to motivate the interested students and to complement the theoretical classes by actual verification in real devices. Third, the students will deliver two extensive reports on experimental work. At the end of the semester, the course material will be verified in a written exam of 3 hours duration. Homework: 3 reports 30 %; Laboratories: 2 reports 20 %; Exam: 50 %

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências na análise teórica e na aplicação experimental do domínio da física de dispositivos semicondutores.

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

The list of topics of the semiconductor lecture will give the students the possibility to develop competence for theoretical analysis and for experimental application in the field of semiconductor devices physics.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal:

1. P. Yu and M. Cardona
Fundamentals of Semiconductors
Springer 2010

2. C. Weissbuch and B. Vinter
Quantum Semiconductor Structures
Academic Press 1991

Secundária:

1. S. L. Chuang
Physics of Optoelectronic Devices
Wiley 2009

2. S.M. Sze
Physics of Semiconductor Devices
John Wiley and Sons 2006

3. N.W. Ashcroft and N.D. Mermin
Solid State Physics
Holt-Saunders, New York 1976

4. Y. Fu and M. Willander
Physical Models of Semiconductor Quantum Devices
Springer 1999

5. J. H. Davies
The physics of low-dimensional semiconductors: An introduction
Cambridge University Press 1998

Mapa XIV - Tópicos de Física Experimental da Matéria Condensada/Topics of Experimental Condensed Matter Physics**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Tópicos de Física Experimental da Matéria Condensada/Topics of Experimental Condensed Matter Physics

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

Pedro José Oliveira Sebastião

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):

Estudos de dinâmica e ordem moleculares em sistemas de matéria condensada com utilização de técnicas de relaxometria, difusometria e espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear, medidas de viscosidade e medidas de condutividade. Utilização coerente e consistente das diferentes técnicas na caracterização de alguns sistemas modelo incluindo líquidos iónicos, polímeros, membranas e cristais líquidos com diferentes mesofases.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Study of molecular order and dynamics, in condensed matter systems using different experimental techniques, including Nuclear Magnetic Resonance relaxometry, diffusometry, spectroscopy and viscosity and conductivity measurements. Coherent and consistent use of the different experimental techniques on the study of a few model systems including ionic liquids, polymers, membranes and liquid crystals with diverse mesofases.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Estudos de dinâmica e ordem molecular em diferentes sistemas de matéria condensada incluindo líquidos iónicos, dendrímeros, polímeros, elastómeros, sistemas nano-compósitos e cristais líquidos (termotrópicos, liotrópicos e cromónicos).

Utilização de técnicas experimentais disponibilizados pelos grupos de investigação associados à UC incluindo, relaxometria, difusometria e espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear e medidas de viscosidade e condutividade.

Interpretação quantitativa dos resultados experimentais obtidos com recurso a modelos existentes na literatura.

10.4.1.5. Syllabus:

Study of the molecular order and dynamics in different condensed matter systems including ionic liquids, dendrimers, polymers, elastomers, nano-composite systems and liquid crystals (thermotropic, liotropic, chromonic). Use of the experimental techniques made available by the research groups collaborating with this CU, including Nuclear Magnetic Resonance relaxometry, diffusometry, and spectroscopy, and viscosity and conductivity measurements.

Quantitative interpretation of the experimental results taking into account the models available in the literature

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

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular (UC), permitem a aquisição e aprofundamento da capacidade de compreensão e utilização dos métodos experimentais no domínio do estudo de diferentes sistemas de matéria condensada científica e tecnologicamente relevantes. Os alunos irão aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Física e fomentar a aprendizagem através de atividades de pesquisa autónoma. Procura da análise quantitativa dos resultados experimentais obtidos através do teste de modelos teóricos apropriados.

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

The syllabus of this curricular unit (CU) of experimental physics (EF) allows for the deepening and/or acquisition of the ability to understand and use different experimental methods for the study of different scientific and technologically relevant soft matter systems. The students are invited to improve the previous knowledge on the subjects, to learn new skills useful for their training in Physics and promote the self-learning through autonomous research activity. The syllabus of this curricular unit (CU) also aims at promoting a quantitative analysis and interpretation of the experimental results through the use of appropriate theoretical models.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação dos sistemas a estudar com indicação da literatura específica para cada tipo de sistema. Discussão dos diferentes aspetos associados às medidas experimentais e aos estudos propostos. Trabalho autónomo na aquisição de dados e tratamento de resultados.

Avaliação: Monografia e Discussão final individual

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Presentation of the different systems to be characterized. Discussion of the different aspects related with the measurements and studies to be made. Autonomous work in the data acquisition and data analysis.

Evaluation: Individual monograph and final discussion

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos e na utilização das técnicas disponíveis nos diferentes laboratórios de investigação disponibilizados pelos grupos de investigação. Aquisição de competências no desenvolvimento de atividades e métodos experimentais em contacto com equipamentos utilizados em laboratórios de investigação.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work in close contact with the research facilities provided by the research laboratories associated with this CU.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Nuclear Magnetic Resonance of Liquid Crystals, Ronald Y. Dong, 1994, Springer-Verlag; Abragam, A. The Principles of Nuclear Magnetism Oxford, University Press: Oxford, England, 1961; Kimmich, R. & Anardo, E. Field-cycling NMR relaxometry Progr. NMR Spectrosc., 2004, 44, 257-320; Sebastião, P. J.; Cruz, C. & Ribeiro, A. C. Dong, R. Y. (Ed.)

Nuclear magnetic resonance spectroscopy of liquid crystals 5. Advances in Proton NMR Relaxometry in Thermotropic Liquid Crystals World Scientific Co., Ronald Y. Dong ed., 2009, 129-167.

The Physics of Liquid Crystals, 2nd Edition, P.G. de Gennes, J. Prost, 1993, Oxford University Press; Introduction to

Solid State Physics, vol. 1, C. Kittel, 1996, John Wiley and Sons

Mapa XIV - Complementos de Microtecnologias / Complements of Microtechnologies

10.4.1.1. Unidade curricular:

Complementos de Microtecnologias / Complements of Microtechnologies

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

Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas

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):

Apresentar aos alunos as tecnologias de micro e nanofabricação utilizadas no fabrico de circuitos integrados, biosensores, cabeças de gravação e microsistemas avançados. Os tópicos abordados nas aulas são complementados com a realização de trabalhos na Sala Limpa do INESC MN (classe ISO 4/5), onde os alunos podem implementar um processo de micro/nanofabricação de um dispositivo que apoie os seus trabalhos de investigação.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To learn the micro and nanofabrication techniques used for state-of-the-art integrated circuits, biosensors, magnetic read heads and MEMS. The topics are supported by experimental work at the INESC MN' s Clean Room (ISO 4/5), where each student can realize a device micro/nanofabrication process that supports the research carried out in their thesis.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1) Desafios tecnológicos para as técnicas de litografia: óptica, laser, feixe de electrões, feixe iónico. Escrita directa, alinhamento multinível, máscaras de software e duras, nanoimprint e litografia soft. Requisitos da indústria.*
- 2) Técnicas de micromaquinação para estruturas MEMS. Processos de remoção a plasma. Definição de estruturas 3D com elevados factores de forma. Integração de estruturas em ambos os lados das bolachas.*
- 3) Deposição de filmes finos metálicos e dieléctricos: pulverização catódica (PVD), feixe iónico (IBD), deposição por vapor (CVD), evaporação, electrodeposição. Metodologias para controlo de qualidade e metrologia. Requisitos da indústria.*
- 4) Microfabricação em substratos flexíveis e elásticos. Elastómeros, polímeros e poliamida.*
- 5) Microsistemas para fluidos: microcanaís, materiais (PDMS, vidro, SU8), técnicas para selagem irreversível entre superfícies, moldes.*
- 6) Metodologias e processos usados na indústria de gravação magnética, biosensores e microsistemas.*

10.4.1.5. Syllabus:

- 1) Technological challenges for lithography techniques: optical, laser, e-beam, ion-beam. Direct write, multilevel alignment, hard masks, software masks, nanoimprint and soft lithography. Industry requirements.*
- 2) Micromachining techniques for MEMS structures. Processes for plasma etching. Definition of 3D structures with large aspect ratio. Double side wafer micromachining.*
- 3) Metal and dielectric film deposition: sputtering (PVD), ion beam (IBD), chemical vapour deposition (CVD), evaporation, electrodeposition. Methodologies for quality control and metrology. Industry requirements.*
- 4) Microfabrication with flexible and stretchable substrates. Elastomers, polymers and polyamide.*
- 5) Microsystems for fluidics: microchannel fabrication, materials (PDMS, glass, SU8), irreversible surface bonding, mould machining.*
- 6) Methodologies and processes used by the magnetic recording, MRAM, biosensors and MEMS industries.*

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

A unidade curricular (CM) apresenta aos alunos várias metodologias e técnicas experimentais usadas para fabricar sistemas micro e sub-micrométricos.

Abordam-se as técnicas mais relevantes que permitem fabricar e caracterizar as nano-estruturas. Solicita-se aos alunos o desenvolvimento de um processo de micro-nanofabricação na Sala Limpa, sendo uma oportunidade única no IST para aplicarem os conteúdos da UC em ambiente de laboratório, com equipamentos industriais e em contacto com investigadores. Exploram-se aplicações em áreas multidisciplinares, em particular as que se relacionam diretamente com os tópicos de doutoramento dos alunos que frequentam a UC.

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

The curricular unit (CM) focus on methods and techniques involved in the fabrication of micro and sub-micrometric

systems.

The most relevant nanofabrication and characterization techniques are presented.

The students are asked to use the concepts while developing a micro-nanofabrication process in a Clean Room, which is a unique opportunity at IST to apply concepts in a laboratory environment, using industrial machines, and side by side with researchers. The multidisciplinary profile of TMN is demonstrated through several case studies and applications, related with the thesis topics of the CU students.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC envolve um conjunto de metodologias de ensino, que serão uma base de trabalho para as áreas de Física Aplicada relevantes:

- *Durante as aulas teóricas descrevem-se e discutem-se várias técnicas experimentais e respetivos princípios físicos.*
- *Os alunos aplicam os conhecimentos na Sala Limpa, ao realizar as etapas de micro-fabricação de um dispositivo com interesse para o tópico da tese de doutoramento de cada aluno. São expostos a várias técnicas experimentais, e métodos, e incentivados a analisar os processos individualmente. Nos relatórios, cada grupo mostra conhecimento sobre os processos e metodologias para implementação de uma solução funcional/viável.*
- *Apresentação do processo de fabrico numa apresentação oral onde são questionados pelos critérios de validação de cada passo do processo, e de integração do dispositivo na aplicação final.*

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This CU involves numerous teaching methodologies, which will support the experimental work for the relevant Applied Physics areas.

- *Theoretical classes offer a description and analysis of several experimental techniques and corresponding physical principles.*
- *During the experimental classes the students apply the contents of the CU to micro-fabricate a functional device directly related with the PhD research topic of each student. Here they have access to several techniques and have active learning through the individual process steps. The regular reports are an opportunity for the students in group to consolidate the concepts behind realizing a functional/viable device.*
- *Presentation of the project orally, where the group is questioned about the techniques and validation criteria used during the step-by-step fabrication, and the global device performance while integrated and validated.*

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

Com esta UC é possível aos alunos reconhecer conceitos e desafios associados aos métodos experimentais em micro-tecnologias. Os alunos são expostos a vários desafios de operacionalidade e fabricação. As metodologias de aprendizagem utilizadas na UC incluem a discussão dos processos experimentais individuais e também da estratégia global usados no fabrico de um dispositivos real, diretamente relacionado com o tema de tese de cada aluno. A interpretação e discussão da estrutura de fabricação e dimensionamento de um dispositivo funcional permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, e os apliquem em ambiente privilegiado de Sala Limpa na realização de uma sequência de passos que constróem um dispositivo funcional. Os testes de avaliação e discussão oral são individuais para testar a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar e resolver problemas.

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

With this UC the students should be able to identify concepts, challenges, related with the experimental methods used in micro-technologies. The students are introduced to the operational and nanofabrication challenges. The teaching methodologies will be explored from the discussion of individual techniques, passing through the global methodology for a device fabrication, related with the thesis topic of each student. The study and discussion of the fabrication methods and sizing of functional devices allows students to understand the syllabus, and use them in practice under a privileged environment of a Clean Room for realization with realistic specifications. The cumulative tests and oral discussion are individual proofs to testing the student's ability to integrate, interpret and solve problems.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal

Título :Nanoelectronics and Information Technology

Autor(es):Rainer Waser (Ed)

Ano:2003

Referência:Wiley-VCH

Secundária

Título : VLSI technology

Autor(es): S.M.Sze

Ano:1994

Referência: McGraw Hill International Editions

Secundária

Título : Handbook of thin film deposition processes and techniques Principles, Methods, Equipment and Applications

Autor(es): Krishna Seshan (Ed)

Ano:2002

Referência: Noyes Publications / William Andrew Publishing, ISBN: 0-8155-1442-5

Mapa XIV - Tópicos avançados em Magnetismo / Advanced Topics in Magnetism

10.4.1.1. Unidade curricular:

Tópicos avançados em Magnetismo / Advanced Topics in Magnetism

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

Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas

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):

Especializar os alunos na física dos filmes finos e heteroestruturas magnéticas. Fornecer-lhe os conceitos necessários para a integração de materiais e nanoestruturas magnéticas em nanoelectrónica. Identificar os desafios da magnetoelectrónica moderna.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To gain expertise in the physics of magnetic thin films and heterostructures. To provide the students with the key concepts for the integration of magnetic materials and nanostructures in nanoelectronics. To identify the challenges of modern magnetoelectronics.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

I. Revisão de conceitos em magnetismo: Magnetismo itinerante e propriedades intrínsecas de elementos e ligas binárias.

II. Física e características funcionais de materiais magnetoresistivos, magnetoestrutivos, magnetocalóricos e magneto-ópticos.

III. Transferência de momento angular de spin em nano-junções magnetoresistivas.

IV. Micromagnetismo, domínios e histerese: Energia micromagnética. Teoria de domínios magnéticos. Modelos de simulação 2D e 3D.

V. Nanoestruturas magnéticas: comprimentos característicos. Heteroestruturas baseadas em filme fino. Nanopartículas magnéticas.

VI. Fenómenos magnetodinâmicos ultra-rápidos: dispositivos, caracterização e aplicações.

VII. Tecnologias baseadas em materiais magnéticos: dimensionamento e integração em dispositivos funcionais.

VIII. Aplicação de sistemas magnéticos em nanoelectrónica, biologia e medicina.

10.4.1.5. Syllabus:

I. Revision of concepts in magnetism. Itinerant magnetism and material properties of magnetic elements and their binary alloys.

II. Physics and functionality of magnetoresistive, magnetostrictive, magnetocaloric and magneto-optical materials.

III. Spin Angular Momentum Transfer in magnetoresistive nanojunctions.

IV. Micromagnetism, domains and hysteresis: Micromagnetic energy. Domain theory. 2D and 3D simulation models.

V. Magnetic nanostructures: Characteristic length scales, Thin-film heterostructures. Magnetic nanoparticles.

VI. Ultrafast Magnetodynamics: devices, characterization and applications.

VII. Technology of magnetic materials: design and integration in functional devices.

VIII. Application of magnetism in nanoelectronics, biology and medicine.

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

A unidade curricular (TAM) apresenta aos alunos os conceitos relacionados com materiais e heteroestruturas magnéticas avançadas.

Abordam-se princípios físicos mais relevantes que permitem fabricar e caracterizar nanoestruturas magnéticas.

Solicita-se aos alunos a análise de dispositivos avançados cujo funcionamento se baseia em princípios magnéticos, sendo uma oportunidade única para aplicarem os conteúdos da UC. O carácter multidisciplinar desta UC é evidente pelos diferentes caso-estudo e aplicações apresentados, em particular as que se relacionam directamente com os tópicos de doutoramento dos alunos que frequentam a UC.

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

The curricular unit (TAM) presents the students with the concepts related with advanced magnetic materials and magnetic heterostructures.

The physical principles for fabrication and characterization of magnetic nanostructures are described.

The students are asked to analyze advanced devices which operation mechanism is based on magnetism, which is a unique opportunity to apply concepts. The multidisciplinary profile of TAM is demonstrated through several case studies and applications, related with the thesis topics of the UC students.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC envolve um conjunto de metodologias de ensino, que serão uma base de trabalho para as áreas de Física Aplicada relevantes:

- Durante as aulas teóricas descrevem-se e discutem-se vários princípios físicos relevantes em estruturas magnéticas avançadas.

- Os alunos aplicam os conhecimentos ao investigar os mecanismos de funcionamento de um dispositivo magnético com interesse para o tópico da tese de doutoramento de cada aluno. São expostos a vários métodos experimentais usados para definir nanoestruturas e caracterização avançadas, e incentivados a analisar os dispositivos individualmente. Nos relatórios, os alunos mostram conhecimento sobre os processos de funcionamento e metodologias para implementação de uma solução funcional.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This UC involves numerous teaching methodologies, which will support the work for the relevant Applied Physics areas.

- Theoretical classes offer a description and analysis of several physical principles related with advanced magnetic nanostructures.

- The students apply the contents of the UC to investigate the operational principles of advanced magnetic devices directly related with the PhD research topic of each student. Here they have access to several experimental tools and advanced techniques necessary to define and characterize nanostructures, and motivated to analyze in detail selected devices. The regular reports are an opportunity for the students to consolidate the concepts behind the operation principles and methodologies for realizing a functional device.

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

Com esta UC é possível aos alunos reconhecer conceitos e desafios associados a estruturas avançadas em magnetismo. Os alunos são expostos a vários desafios de operacionalidade e fabricação. As metodologias de aprendizagem utilizadas na UC incluem a discussão dos processos experimentais individuais e também da estratégia global usados no fabrico de um dispositivo real, directamente relacionado com o tema de tese de cada aluno.

A interpretação e discussão dos princípios físicos e dimensionamento de um dispositivo funcional permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, e os apliquem na definição dos conceitos físicos e princípios de integração de um dispositivo funcional.

Os elementos de avaliação e discussão oral são individuais para testar a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar e resolver problemas.

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

With this UC the students should be able to identify concepts, challenges, related with advanced magnetic nanostructures. The students are introduced to the operational and nanofabrication challenges.

The teaching methodologies will be explored from the discussion of individual techniques, passing through the global methodology for a device fabrication, related with the thesis topic of each student.

The study and discussion of the fabrication methods and dimensioning of functional devices allows students to understand the syllabus, and use them in practice during definition of the physical concepts and device integration principles under realistic specifications.

The summative evaluation and oral discussion are individual proofs to the students ability for integrated problem solving skills.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal/Main:

Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials. Ed. Helmut Kronmuller and Stuart Parkin. 2007 John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-02217-7.

Secundária/Secondary

Robert C O'Handley, Modern magnetic materials, principles and applications, John Wiley and Sons, 2000

Mark Johnson (ed), Magnetolectronics, Elsevier Academic Press, 2003

J.Coey, Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge University Press, ISBN-13 978-0-511-67743-4, 2009

10.4.1.1. Unidade curricular:

Microfluidica / Microfluidics

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

Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas

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):

Identificar os princípios químicos e físicos básicos dos microfluidos e reconhecer os materiais e componentes usados na construção de sistemas microfluidicos para aplicações tecnológicas relevantes. Fornecer aos alunos as metodologias para dimensionamento de sistemas microfluidicos nas aulas práticas, usando software comercial. Realizar um dispositivo microfluidico utilizando as tecnologias de microfabricação estudadas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course will enable the students to identify the basic physical and chemical principles of microfluidics and also the materials and microfluidic components used to build the most relevant technological applications. In the practical classes the students will learn the methodologies to design microfluidics systems using commercial software tools. The students will realize one microfluidic device using the micro-fabrication technologies studied in classes.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

- I. Conceitos em movimento de fluidos à micro-escala: Micro e nanofluidica. Transferência de calor e massa.*
- II. Propriedades físicas e químicas em microcanais, membranas e meios porosos. Escoamento capilar.*
- III. Propriedades dos materiais em microfluidos: polímeros, vidro, silício e cerâmicos. Especificações e requisitos para normalização e produção em grande escala.*
- IV. Revisão dos fundamentos de microfabricação: fotolitografia, litografia com canhão de electrões, transferência de padrões, micromaquinação, micromoldes e soft lithography.*
- V. Manipulação de partículas em fluidos com técnicas ópticas, magnéticas e eléctricas: dielectroforese, magnetoforese e microfuidica digital.*
- VI. Módulos e components para microfluidos: separação, mistura, centrifugação, micro-reactores e câmaras de incubação.*
- VII. Instrumentação em microfluidos: microválvulas microbombas amostragem e filtragem.*
- VIII. Técnicas de caracterização e metrologia baseadas em microfluidos. Laboratórios-em-chip.*

10.4.1.5. Syllabus:

- I. Concepts in fluidic motion at the microscale. Micro and nanofluidics. Heat and mass transfer.*
- II. Physics and chemical properties in microchannels, membranes and porous medium flow. Capillary flow*
- III. Material properties for microdevices: polymers, glass, silicon and ceramics. Requirements for standardization and large scale production.*
- IV. Review of the fundamentals of microfabrication technology: photolithography, electron beam lithography, pattern transfer, micromachining, micromolding, and soft lithography;*
- V. Optical, magnetic and electrical particle manipulation: dielectrophoresis, magnetophoresis, and digital microfluidics.*
- VI. Microfluidic modules and components: separation, mixing, centrifugation, reactors, incubation chambers.*
- VII. Instrumentation in microfluidics: microvalves, pumping, filtering, sampling.*
- VIII. Characterization and metrology techniques using microfluidics. Laboratory-on-a-Chip devices.*

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

A unidade curricular (MFlui) apresenta aos alunos várias metodologias e técnicas experimentais usadas para fabricar sistemas microfluidicos.

Abordam-se as técnicas mais relevantes que permitem dimensionar and fabricar elementos modulares em microfluidica. Os alunos ficarão familiarizados com metodologias para dimensionamento de sistemas microfluidicos nas aulas práticas, usando software comercial. Solicita-se aos alunos o fabrico de um sistema microfluidico na Sala Limpa, sendo uma oportunidade única no IST para aplicarem os conteúdos da UC em ambiente de laboratório, com equipamentos industriais e em contacto com investigadores. Exploram-se aplicações em áreas multidisciplinares, em particular as que se relacionam directamente com os tópicos de doutoramento dos alunos que frequentam a UC.

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

The curricular unit (CM) focus on methods and techniques involved in the fabrication of microfluidic systems. The most relevant techniques for dimensioning and fabrication of modular elements in microfluidic systems are presented. The students will become familiar with methodologies for dimensioning of microfluidics using commercial

software.

The students are asked to use the concepts while developing a microfluidic process in a Clean Room, which is a unique opportunity at IST to apply concepts in a laboratory environment, using industrial machines, and side by side with researchers. The multidisciplinary profile of TMN is demonstrated through several case studies and applications, related with the thesis topics of the UC students.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC envolve um conjunto de metodologias de ensino, que serão uma base de trabalho para as áreas de Física aplicada relevantes:

Durante as aulas práticas os alunos usam ferramentas de simulação para dimensionamento de microfluidos em 2D e 3D.

Nas aulas de laboratório, os alunos aplicam os conhecimentos na Sala Limpa, ao realizar as etapas de microfabricação de um dispositivo com interesse para o tópico da tese de doutoramento de cada aluno. São expostos a várias técnicas experimentais, e métodos, e incentivados a analisar os processos individualmente. Nos relatórios, cada grupo mostra conhecimento sobre os processos e metodologias para implementação de uma solução funcional.

Apresentação do processo de fabrico numa apresentação oral onde são questionados pelos critérios de validação de cada passo do processo, e de integração do dispositivo na aplicação final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This UC involves numerous teaching methodologies, which will support the experimental work for the relevant Applied Physics areas.

Theoretical classes offer a description and analysis of several experimental techniques and corresponding physical principles.

Practical classes are used to provide simulation tools for microfluidic 2D and 3D modeling.

During the laboratory classes the students apply the contents of the UC to micro-fabricate a functional device directly related with the PhD research topic of each student. Here they have access to several techniques and methodologies and have active learning through the individual process steps. The regular reports are an opportunity for the students in group to consolidate the concepts behind realizing a functional device.

Presentation of the project orally, where the group is questioned about the techniques and validation criteria used during the step-by-step fabrication, and the global device performance while integrated and validated.

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

Esta UC permite aos alunos aprender os conceitos físicos e químicos dos microfluidos e identificar os materiais e componentes usados nas aplicações tecnológicas mais relevantes. Com esta UC é possível aos alunos reconhecer conceitos e desafios associados aos métodos experimentais em microfluidica. As metodologias de aprendizagem utilizadas na UC incluem a discussão dos processos experimentais individuais e também da estratégia global usados no fabrico de um dispositivos real, directamente relacionado com o tema de tese de cada aluno. A interpretação e discussão da estrutura de fabricação e dimensionamento de um dispositivo funcional permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, e os apliquem em ambiente privilegiado de Sala Limpa na realização de uma sequência de passos que constróem um dispositivo funcional. Os elementos de avaliação e discussão oral são individuais para testar a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar e resolver problemas.

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

This UC will enable the students to learn the basic physical and chemical principles of microfluidics and identify the materials and microfluidic components used to build the most relevant technological applications. With this UC the students should be able to identify concepts, challenges, related with the experimental methods used in microfluidic technologies. The teaching methodologies will be explored from the discussion of individual techniques, passing through the global methodology for a device fabrication, related with the thesis topic of each student. The study and discussion of the fabrication methods and dimensioning of functional devices allows students to understand the syllabus, and use them in practice under a privileged environment of a Clean Room for realization with realistic specifications. The cumulative evaluation and oral discussion are individual proofs to testing the student's ability to integrate, interprets and solve problems.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal/Main:

Nam-Trung Nguyen and Steven T. Wereley, Fundamentals And Applications of Microfluidics, Second Edition (Integrated Microsystems Series) by Artech House Publishers, ISBN-13: 978-1580539722

Secundária/Secondary

Avraham Rasooly: Lab on a Chip Technology: Fabrication and microfluidics, Volume 1, Eds. K. E. Herold, Avraham Rasooly, Horizon Scientific Press, 2009; ISBN= 1904455468, 9781904455462.

Rainer Waser (Ed), :Nanoelectronics and Information Technology, 2003, Wiley-VCH

Patrick Tabeling, Introduction to Microfluidics, Oxford University Press, 2005 ,ISBN: 9780198568643

Mapa XIV - Tópicos Avançados em Física da Matéria Condensada / Advanced Topics in Condensed Matter Physics**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Tópicos Avançados em Física da Matéria Condensada / Advanced Topics in Condensed Matter Physics

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

Eduardo Filipe Vieira de Castro

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

Variável

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

Discussão de assuntos de física da matéria condensada e sua aplicação a materiais e sistemas com utilizações modernas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Discussion of subjects of condensed matter physics and their application to materials and systems with modern applications.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

I. Sistemas electrónicos e suas aplicações: metais, isolantes, semicondutores, grafeno e outros sistemas de baixa dimensão

II. Fundamentos e aplicações de sistemas magnéticos e de sistemas supercondutores. Heteroestruturas e propriedades de transporte.

III- Física de sistemas contínuos: correlações, ordem de longo alcance e suas aplicações.

IV- Transições de fase em sistemas clássicos e quânticos e suas aplicações

10.4.1.5. Syllabus:

I. Electronic systems and their applications: metals, insulators, semiconductors, graphene and other low-dimensional materials.

II. Fundamentals and applications of magnetic systems and superconducting systems. Heterostructures and transport properties.

III- Physics of continuous systems: correlations, long-range order and their applications.

IV- Classical and quantum phase transitions and their applications.

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

Vários sistemas de física da matéria condensada são discutidos desde os seus fundamentos a aplicações, de acordo com os objectivos da unidade curricular.

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

Several systems of condensed matter are discussed from fundamentals to applications. In line with the goals of this course.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação e revisão de temas pelo docente complementados por uma participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem com apresentação por parte dos alunos de assuntos específicos com ênfase em aplicações. A avaliação compõe-se da apresentação dos alunos em seminários variados sobre os vários tópicos em discussão e da realização de trabalhos de casa sobre os assuntos discutidos.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The presentation and revision of topics by the faculty member are complemented by an active participation of the students in the learning process through presentation by the students of specific themes with emphasis on applications. The evaluation of the students is composed by the presentation by the students through various seminars on the various topics being discussed and by regular homework on the topics discussed.

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

Nesta unidade curricular pretende-se um estudo independente dos alunos sendo por isso dada preferência a uma avaliação contínua e muito participada por parte dos alunos.

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

In this course the students are assumed to carry out independent study and therefore preference is given to a weekly evaluation of the students.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

***Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism
P. Fazekas, World Scientific (1999)***

***Quantum Phase transitions
S. Sachdev, Cambridge University Press (2011)***

***Principles of Condensed Matter Physics
P. M. Chaikin and T.C. Lubensky, Cambridge University Press (2000)***

Mapa XIV - Tópicos de Física dos Cristais Líquidos / Topics of Physics of Liquid Crystals

10.4.1.1. Unidade curricular:

Tópicos de Física dos Cristais Líquidos / Topics of Physics of Liquid Crystals

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

João Luís Maia Figueirinhas

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):

Desenvolvimento de competências avançadas no domínio da Física dos Cristais Líquidos (CLs) com introdução a técnicas e temas atuais de investigação neste domínio. Aprofundamento da formação obtida na UC introdutória ao tema, de modo a alargar e consolidar os conhecimentos de carácter fundamental sobre os CLs assim como das técnicas experimentais usadas no seu estudo. Introdução a tópicos atuais de investigação em CLs, incluindo nemáticos não usuais como a fase nemática biaxial e a fase nemática “twist-bend”. Estudo das técnicas experimentais principais usadas nos diferentes tópicos de investigação, incluindo técnicas de ressonância magnética nuclear (RMN) e técnicas de electro-ótica (EO).

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Development of advanced skills in Physics of Liquid Crystals (LCs) with introduction to techniques and current research topics in this field. Expansion of the training obtained at the introductory CU in the subject, to extend and consolidate the knowledge of fundamental character on LCs as well as the experimental techniques used in their study. Introduction to current research topics in LCs including unusual nematics as the biaxial nematic phase and the twist-bend nematic phase. Study of the main experimental techniques used in the different research topics, including nuclear magnetic resonance (NMR) techniques and electro-optic (EO) techniques.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Revisão de conceitos físicos associados aos CLs.***
 - 2. Modelos para as fases nemáticas (N) uniaxial e biaxial; modelos de Fraiser, Straley, e Luckhurts. Diagramas de fase.***
 - 3. Ótica de meios anisótropos. Técnicas de EO no estudo dos CLs N, obtenção de grandezas físicas usando transições de Freedericksz. Medição de índices de refração na fase N por interferometria e conoscopia laser.***
 - 4. Ordem orientacional nos CLs obtida por RMN do protão/deutério. Simulação de espectros de RMN em CLs estáticos e em rotação. Medição dos parâmetros de ordem.***
 - 5. Dinâmica molecular em CLs analisada por relaxometria. Modos coletivos em CLs. Difusão molecular. Movimentos locais de reorientação/rotação.***
 - 6. A fase nemática twist-bend, dados e modelos.***
- Trabalhos práticos:***
- 1-Índices de refração num CL N obtidos por interferometria e conoscopia laser.***
 - 2-A ordem orientacional num CL N obtida por simulação de espectros de RMN protão/deutério***
 - 3-A dinâmica molecular num CL N obtida por relaxometria.***

10.4.1.5. Syllabus:

1. Review of physical concepts associated to LCs.
2. Models for uniaxial and biaxial nematic phases; Fraiser, Straley and Luckhurts models. Phase diagrams.
3. Optics of anisotropic media. EO techniques used in the study of nematic LCs, obtaining physical constants through Fredericksz transitions. Measurement of refractive indices in nematics by laser interferometry and conoscopy.
4. The LCs' orientational order obtained by proton and deuterium NMR. Simulation of NMR spectra in static and rotating LCs. Determination of order parameters.
5. Molecular Dynamics in LCs studied by relaxometry. Collective modes in LCs. Molecular diffusion. Local movements of rotation/reorientation.
6. The twist-bend nematic phase, data and models.

Laboratory work:

- 1-Refractive indices of a nematic film obtained by laser interferometry and conoscopy.
- 2-Orientational order in a nematic through simulation of the proton/deuterium NMR spectra
- 3-Characterization of molecular dynamics in a nematic by relaxometry.

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

Os objetivos da UC incluem um aprofundamento do conhecimento da física dos Cristais Líquidos acompanhado da introdução a temas de investigação atual nesta área e do reforço das competências ao nível das técnicas experimentais em uso no estudo desses temas. O programa é coerente com estes objetivos ao focar um conjunto de tópicos relevantes para os temas em estudo assim como um conjunto de técnicas experimentais que incluem a electro-ótica, a relaxometria e a espectroscopia de RMN que suportam a investigação experimental em curso nesses temas. A existência de uma componente laboratorial associada a essas técnicas constitui uma significativa mais valia para o reforço de competências ao nível dessas técnicas como incluído nos objetivos da UC.

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

The course objectives include a deepening of the knowledge on physics of Liquid Crystals, accompanied by the introduction to current research topics in this area and the enhancing of skills at the level of the experimental techniques used in the study of these topics. The program is consistent with these goals by focusing on a range of topics relevant to the issues under study as well as a set of experimental techniques that include electro-optics, NMR relaxometry and spectroscopy that support the experimental research in progress on those topics. The existence of a laboratory component associated with these techniques is a significant added value for the reinforcement of the skills in these techniques as included in the objectives of the course.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A atividade letiva inclui aulas teóricas e de laboratório. Nas aulas teóricas é feita a exposição detalhada da matéria com auxílio da projeção do material a apresentar na aula, que é previamente disponibilizado aos alunos na página da UC. Esta exposição é complementada pela resolução na aula de alguns problemas de ilustração da matéria onde são desenvolvidos os tópicos mais relevantes apresentados. As aulas de laboratório decorrem nas instalações do grupo do CeFEMA, Fluidos Complexos, NMR e Superfícies onde estão instalados os equipamentos a usar nos trabalhos de laboratório. A avaliação de conhecimentos inclui uma componente de avaliação contínua baseada nos relatórios dos trabalhos de laboratório realizados com um peso de 40% da nota final e a realização de um exame escrito no final do semestre com um peso de 60% da nota final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching activity includes lectures and laboratory sessions. In the lectures a detailed exposition of the subjects is made, supported by the projection of the material to be presented in class. This material is previously made available to the students through the CU web page. The exposition is complemented by the resolution in class of some illustrative problems where the most relevant topics presented are developed. The laboratory classes take place in CeFEMA's, Complex Fluids, NMR and Surfaces group facilities, where the equipment to be used in the laboratory work is installed. The grading includes a continuous grading component based on the reports from the laboratory work performed with a weight of 40% of the final grade and the completion of a written exam at the end of the semester with a weight of 60% of the final grade.

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

A metodologia de ensino inclui aulas teóricas de exposição das matérias e aulas de laboratório onde os conhecimentos adquiridos são utilizados na análise e interpretação dos resultados experimentais obtidos. A estrutura de ensino da UC incluindo as vertentes teórica e de laboratório, é um fator importante no equilíbrio entre as competências de índole teórico e experimental que são adquiridas com a UC, promovendo os objetivos da UC. Esta estrutura complementar permite aprofundar o estudo dos sistemas em análise, constituindo um fator extra de promoção dos objetivos da UC.

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

The teaching methodology includes lectures and laboratory classes where the acquired knowledge is used in the

analysis and interpretation of experimental results. The CU teaching structure including theoretical and laboratory aspects, is an important factor in balancing the skills of theoretical and experimental nature that are acquired with the CU, promoting the CU objectives. This complementary structure allows a deeper study of the systems under consideration, and constitutes an additional factor promoting the CU objectives.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Liquid Crystals: S. Chandrasekhar 1992 Cambridge University Press, 1992.*
- The Physics of Liquid Crystals: P.G. de Gennes, J. Prost 1993 Clarendon Press, Oxford, 1993.*
- Thermotropic Liquid Crystals, Fundamentals: G. Vertogen, W.H. de Jeu 1988 Springer-Verlag, New York, 1988*
- Physical Properties of Liquid Crystals: D. Demus, J. Goodby, G. Gray, H.-W. Spiess, V. Vill, (Eds.) 1999 Wiley VCH, Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto, 1999.*
- Electrooptic Effects in Liquid Crystal Materials: L. M. Blinov and V. G. Chigrinov 1996 Springer-Verlag, 1996*
- Ressonância Magnética Nuclear. Fundamentos, Métodos e Aplicações: V.M.S. Gil, C.F.G.C. Geraldes 1987 Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (1987)*
- Nuclear Magnetic Resonance of Liquid Crystals, 2nd Ed: R. Y. Dong 1997 Springer-Verlag, New York, 1997.*

Mapa XIV - Competências Transversais / Soft Skills

10.4.1.1. Unidade curricular:

Competências Transversais / Soft Skills

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

Marta Leitão Mota Fajardo

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):

Oferecer uma introdução às competências transversais à atividade de investigação científica, que conduzem ao sucesso de uma carreira científica e ao aumento das perspetivas de carreira de um candidato, para além da conclusão do doutoramento.

Garantir que os alunos adquirem conhecimento e prática de

- Comunicação em ciência

- Processo de redação de artigos científicos

- Edição científica, do ponto de vista do avaliador e do editor

Estimular a compreensão da dimensão Ética na investigação científica

Identificação de oportunidades de transferência de conhecimento e valorização

Identificação de percursos de doutorados, dentro e fora da academia.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To offer an introduction to the complementary (or “soft”) skills necessary for success in the research endeavour, leading to a positive outcome of the PhD studies.

Ensuring that the students acquire knowledge and hands-on practice in

- Science communication

- Scientific article writing

- Peer review system and Edition in science, from the Editor and the referee perspectives

To stimulate understanding the ethical dimension of science and responsible research.

Identifying opportunities for transfer of knowledge and valorisation

Identifying career paths for PhDs in and out of academia.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Comunicação em ciência: Regras de comunicação; estilo; adaptação de conteúdos à audiência; detalhes técnicos em apresentações orais

Processo de redação de artigos científicos: Componentes de um artigo científico; importância do resumo; Regras para uma boa introdução; Discussão e conclusão; Apresentação gráfica;

Edição científica, do ponto de vista do avaliador e do editor: O processo de publicação científica; a revisão pelos pares; o papel do editor; Métrica das revistas e a sua importância;

Estimular a compreensão da dimensão Ética na investigação científica: A carta de ética europeia e do IST; graus de gravidade desde a fraude científica, aos erros de conduta e aos conflitos de interesse e o seu impacto. Discriminação

como forma de falta de ética.

Identificação de oportunidades de transferência de conhecimento e valorização: Patentes; Startups; Investigação industrial

10.4.1.5. Syllabus:

Communication in science: Rules for communication; style; matching contents to the audience; technical details for oral presentations

Process of writing of scientific articles: Building blocks of an article; importance of the abstract; Rules for a good introduction, discussion and conclusion; graphical presentation

The world of scientific edition: peer review, the role of the editor, the role of the referees; review metrics and their importance;

Understanding what is the ethical dimension of science: Ethics in research; the European and IST code of conduct; scientific misconduct and its impact. Biases as an ethical problem.

Identifying opportunities or transfer of knowledge and valorisation: Patents; Start-ups; Industrial research

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

Competências Transversais é uma unidade curricular que sintetiza, no final do primeiro ano do 3º ciclo, a série de competências que devem ser trabalhadas ao longo dos seguintes três anos de investigação conducentes à redação e defesa da tese de doutoramento, e à preparação do seu futuro para além da tese. O objetivo é tornar os alunos de doutoramento cientistas produtivos, éticos e com impacto positivo na sociedade. Compreender a métrica da produtividade científica, e saber responder ao desafio que lhes vai ser imposto durante os anos da investigação conducentes ao doutoramento, é importante para o seu sucesso. Este desafio deve ser respondido com responsabilidade ética, o que inclui identificar oportunidades de valorização que podem promover o avanço tecnológico do País e da sua instituição.

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

Soft Skills is a course that summarizes, at the end of the first year with the 3rd cycle, the skills that should be developed over the following three years of research, and the preparation of the student's future beyond the thesis. The goal is to encourage PhD students to become productive and ethical scientists, with a positive impact on society. Understanding the metrics of scientific productivity, and meeting this challenge in the years leading to the degree, is paramount to their success. This challenge must be answered with ethical responsibility, which includes identifying knowledge worth protecting, that can promote the technological advancement of the country and its institutions.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da UC baseia-se no trabalho dos alunos em desafios chave na vida do cientista, desde a apresentação de comunicações orais, produção de artigos científicos, revisão de artigos e edição de uma revista científica. Assim, a unidade articula-se entre momentos expositivos, em que são sintetizados os objetivos das diferentes formas de comunicação, e momentos de trabalho colaborativo, em que os alunos avaliam os pares e se autoavaliam. Para além do trabalho técnico, o diálogo é encorajado na discussão da ética, das perspetivas de carreira, e da transferência de tecnologia.

Os alunos são assim avaliados com base na produção de uma comunicação oral e um artigo de revisão, sendo então avaliados pelos pares, pelos futuros supervisores, e por eles próprios, e ao longo de uma semana trabalham nas deficiências apontadas por um método iterativo, que termina na produção de uma revista anual.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching of Unit is based on the work of students in key challenges in the life of the scientist, from the presentation of oral communications, production of scientific papers, review articles to editing a scientific journal. Thus, the unit is divided between exposition times, in which the goals and rules of the different forms of communication are synthesized, and moments of collaborative work in which students evaluate peers and self-evaluate. In addition to the technical work, dialogue is encouraged in the ethical discussion, career prospects, and technology transfer. Students are therefore judged based on the production of an oral communication and a review article, and then reviewed by their peers, their future supervisors, and by themselves. Over a week they work to overcome the deficiencies identified using an iterative method, which then ends with the presentation of a magazine.

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

Para além do método convencional de exposição das técnicas a trabalhar, grande parte da unidade curricular é dedicada à produção de um artigo científico e uma apresentação oral, e a sua melhoria, através da aplicação das técnicas expostas. Este ambiente de "workshop" resulta na posição do aluno numa perspetiva de aprendizagem ativa, dando o passo de avaliado a avaliador. Consequentemente, o aluno produz uma autoavaliação mais crítica, e está melhor preparado para o processo científico.

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

In addition to the conventional method of expository presentation of the technical work, much of the course is dedicated to the production of a scientific paper and an oral presentation, and their improvement through the application of the techniques presented. This workshop environment results in the positioning of students in an active learning perspective, stepping up from being evaluated to becoming the evaluator. Consequently, the student produces a self-assessment which is more critical, and is better prepared for the scientific productive process.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY**

On Being a Scientist

National Academy Press (2009)

<http://www.nap.edu/catalog/12192/on-being-a-scientist-a-guide-to-responsible-conduct-in>

Clinical Chemistry Guide to Scientific Writing

<https://www.aacc.org/publications/clinical-chemistry/clinical-chemistry%C2%A0guide-to-scientific-writing>

A Ph.D. Is Not Enough!, Peter J. Feibelman

ISBN-10: 9780465022229

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY

“Writing in Sciences” of Coursera going through the lessons

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLUk4uy2jPpXVGXqVhgs352q6jOdl608Qg>