

ACEF/1516/11287 — Guião para a auto-avaliação

Caracterização do ciclo de estudos.

A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:

Universidade Do Porto

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

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

Faculdade De Engenharia (UP)

A3. Ciclo de estudos:

Engenharia Física

A3. Study programme:

Physics Engineering

A4. Grau:

Doutor

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

Diário da República, 2ª Série, nº 91, 13/05/2014; Despacho nº 6239/2014

A6. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharia Física, Física Aplicada

A6. Main scientific area of the study programme:

Physics Engineering, Applied Physics

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

441

A7.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:

440

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:

529

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

180

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

3 Anos

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

3 Years

A10. Número de vagas proposto:

9

A11. Condições específicas de ingresso:

São cumpridas condições gerais previstas na legislação em vigor, artigo 30.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março, na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 115/2013. Em particular são condições de ingresso:

- i) os titulares do grau de mestre ou equivalente legal;*
- ii) os titulares do grau de licenciado, detentores de um currículo escolar ou científico especialmente relevante que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pela Comissão Científica (CC);*
- iii) os detentores de currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pela Comissão Científica.*

A11. Specific entry requirements:

The conditions required by the applicable legislation, namely article 30. of the Decree-Law no. 74/2006, dated 24th March, with wording by Decree-Law no. DL 115/2013. Specifically the admission conditions are:

- i) holders of master's degree or legal equivalent;*
- ii) holders of a bachelor's degree with an academic or scientific curriculum that is recognized as attesting the capacity to carry out this cycle of studies by the Scientific Committee;*
- iii) holders of an academic, scientific or professional curriculum that is recognized as attesting the capacity to carry out this cycle of studies by the Scientific Committee.*

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):

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

<sem resposta>

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

Engenharia Física

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):

<sem resposta>

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

<no answer>

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*
Engenharia Física/Qualquer área UP/Método Científico;Physics Engineering/Any area UP/Scientific Method	EF/QUP/MC	0	24
Engenharia Física/Physics Engineering	EF	156	0
(2 Items)		156	24

A14. Plano de estudos**Mapa II - - 1º Ano****A14.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia Física***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):**

<sem resposta>

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

<no answer>

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*1º Ano***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year***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)
Física e Engenharia dos Plasmas / Plasma Physics and Engineering	EF	Semestral	162	OT-32	6	Unidade Curricular Optativa -1.º Grupo - 24 ECTS. A unidade curricular funciona no 1º e 2º semestres
Física e Engenharia Nuclear e da Radiação / Nuclear and Radiation Physics and Engineering	EF	Semestral	162	OT-32	6	Unidade Curricular Optativa -1.º Grupo - 24 ECTS. A unidade curricular funciona no 1º e 2º semestres
Qualquer unidade curricular da Universidade do Porto / Any curricular unit of the University of Porto	QUP	Semestral	162	De acordo com a escolha do estudante	6	UC Optativa de programas doutorais UP-1.ºGrupo-24 ECTS.A UC funciona no 1º e 2º semestres
Qualquer unidade curricular da Universidade do Porto / Any curricular unit of the University of Porto	QUP	Semestral	162	De acordo com a escolha do	6	UC Optativa de programas doutorais UP-1.ºGrupo-24 ECTS.A UC funciona no 1º e

				estudante	2º semestres
Tópicos de Física / Topics in Physics	EF	Semestral	162	OT-32	6
Tópicos de Engenharia Física / Topics in Engineering Physics	EF	Semestral	162	OT-32	6
Física e Engenharia dos Materiais e da Matéria Condensada / Materials and Condensed Mater Physics and Engineering	EF	Semestral	162	OT-32	6
Física e Engenharia Espacial / Space Physics and Engineering	EF	Semestral	162	OT-32	6
Métodos Inovadores para o Ensino e Aprendizagem da Física / Innovative Methods in the Teaching and Learning of Physics	MC	Semestral	162	OT-32	6
Física Computacional / Computacional Physics	EF	Semestral	162	OT-32	6
Métodos Experimentais em Engenharia Física / Experimental Methods in Physics Engineering	EF	Semestral	162	OT-32	6
Seminário de Projeto de Investigação / Research Project Seminar (12 Items)	EF	Anual	972	TP-32; OT-96	36

Mapa II - - 2º e 3º Ano

A14.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia Física

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):

<sem resposta>

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

<no answer>

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º e 3º Ano

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd and 3rd Year

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Observações / Observations (5)
Tese / Thesis (1 Item)	EF	Bianual	3240	OT-120	120

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)

Paulo Jorge Valente Garcia,diretor ciclo estudo(DCE),presidente comissão científica e acompanhamento

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 / 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:

O ciclo de estudos é ministrado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Os estudantes poderão desenvolver a sua tese de doutoramento em Centros de Investigação.

Desde a criação do ciclo de estudos que os estudantes inscritos desenvolveram os seus trabalho de tese nos Centros:

- a) LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia;*
- b) Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear;*
- c) INEGI - Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial;*
- d) Laboratório de Sistemas, Instrumentação e Modelação em Ciências e Tecnologias do Ambiente e do Espaço (até 31/12/2014);*
- e) Centro Multidisciplinar em Astrofísica (desde 01/01/2015).*

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

[A19._Regulamento Creditação Formação Anterior e Experiência Profissional UPorto.pdf](#)

A20. Observações:

- Os estudantes pela conclusão da parte curricular (60 ECTS) têm direito ao diploma do curso de Doutoramento (não conferente de grau) e pela conclusão do Programa Doutoral(180 ECTS)têm direito ao diploma do grau de Doutor.

- No caso da “Tese” não é lançado serviço docente oficial pelo que na ficha da UC e na ficha de docente é apenas mencionado o número de estudantes que cada docente orienta.

- As seguintes unidades curriculares optativas do plano de estudos nunca funcionaram: Métodos Experimentais em Engenharia Física, Física e Engenharia Nuclear e da Radiação, Tópicos de Física, Tópicos de Engenharia Física, Física e Engenharia dos Materiais e da Matéria Condensada, Física e Engenharia Espacial.

- Os dados dos campos 5.1.1.1 e 5.1.1.2 (caracterização dos estudantes) dizem respeito a 2014/2015.

- Os dados do campo 5.1.2 dizem respeito a 2015/2016.

- Na tabela incluída no ponto 5.1.3. do formulário, referente á Procura do ciclo de estudos, foi colocado o valor de "0" no campo de preenchimento: Nota mínima do último colocado na 1ª fase, dado que para os 3ºs ciclos de estudos não é aplicável. Relativamente aos campos N.º candidatos 1.ª opção, 1ª Fase e N.º matriculados 1.ª opção, 1ª fase consideramos não se aplicam aos ciclo de estudos para os quais apenas está previsto o ingresso através de concursos realizados ao nível da escola, que é caso dos Programas Doutorais, em que a única forma de ingresso se verifica através do regime “Entrada em terceiros ciclos de estudo”. Assim e relativamente aos campos indicados consideramos o N.º de candidatos e N.º de Matriculados totais nas fases previstas.

- Os dados do campo 7.1.1. (diplomados) dizem respeito ao ano de 2012 (2011/2012), 2013 (2012/2013) e 2014 (2013/2014).

- Na tabela incluída no ponto 7.1.4. do formulário, referente a Empregabilidade, foi colocado nos vários campos de preenchimento o valor de "0", dado que não existem dados para os 3ºs ciclos de estudos, sendo o valor para este ciclo de estudos desconhecido.

A20. Observations:

- Students who finish the curricular part of the programme (60 ECTS) are entitled to a Doctoral Course Diploma (no degree awarded) and those who finish the Doctoral Programme (180 ECTS) are entitled to a Doctoral Degree Diploma.

- In the case of the "Thesis" no official academic service is registered and so both in the CU form and in the teacher's form only the number of students that each teacher supervises is mentioned.

- The following optional curricular units of the study plan have never been active: Experimental Methods in Physics Engineering, Nuclear and Radiation Physics and Engineering, Topics in Physics, Topics in Engineering Physics, Materials and Condensed Matter Physics and Engineering, Space Physics and Engineering.

- The data in fields 5.1.1.1 and 5.1.1.2 (students' characterization) regard 2014/2015.

- The data in field 5.1.2 regard 2015/2016.

- The table in section 5.1.3. of the form, Study programme's demand, has the value "0" in the field: Minimum entrance mark of last accepted candidate in 1st phase, since this does not apply to the 3rd cycles of studies. Regarding the fields "No. 1st option, 1st phase candidates" and "No. 1st option, 1st phase enrolments" we consider these do not apply to the cycle of studies for which admission is only possible through application at the school level. This is the case of Doctoral Programmes in which admission is only possible via the regimen "Admissions to 3rd Cycle Studies". Thus regarding the specified fields we consider the total No. of candidates and No. of enrolled students in the foreseen phases.

- The data in fields 7.1.1. (graduates) regard years 2012 (2011/2012), 2013 (2012/2013) and 2014 (2013/2014).

- In the table included in section 7.1.4. of the form, Employability, all fields have the value "0", since there are no data for the 3rd cycles of studies and the value for this cycle of studies is unknown.

1. Objetivos gerais do ciclo de estudos

1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos.

a) compreender de modo sistemático e aprofundado um domínio específico da Engenharia Física, nas grandes áreas: Física computacional; Física e engenharia dos plasmas; Física e engenharia dos materiais e da matéria condensada; Física e engenharia espacial; Física e engenharia nuclear e da radiação.

b) desenvolver competências, aptidões e métodos de investigação associados a um dos domínios científico específicos atrás referidos;

c) capacitar para conceber, projetar, adaptar e realizar uma investigação original significativa, num desses domínios, parte do qual mereça a divulgação internacional em publicações com comité de seleção, respeitando padrões internacionais de integridade académicas.

d) desenvolver competências de análise crítica, avaliação e síntese de ideias novas e complexas;

e) desenvolver a capacidade de promover, em contexto académico e ou profissional, o progresso tecnológico, social ou cultural, fazendo quando possível uso da inovação e empreendedorismo.

1.1. Study programme's generic objectives.

a) in-depth and systematic comprehension of a specific domain in Physics Engineering in the following broad areas: Computational Physics; Plasma Physics and Engineering; Materials and Condensed Matter Physics and Engineering; Space Physics and Engineering; Nuclear and Radiation Physics and Engineering.

b) develop skills, abilities and research methods associated with that one of the above mentioned scientific domains;

c) enable the ability to conceive, design, adapt and perform significant original research in one of those domains, some of which merits international dissemination in peer reviewed journals, respecting the international standards of academic integrity.

d) develop skills of critical analysis, evaluation and synthesis of new and complex ideas;

e) develop the ability to promote technological, social or cultural progress in an academic or professional context, making use of innovation and entrepreneurship whenever possible.

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

Os estatutos da UP estabelecem que esta prossegue a “formação” e a “realização de investigação científica (...) envolvendo a descoberta, aquisição e desenvolvimento de saberes e práticas, de nível avançado”. O seu plano estratégico enumera vários princípios orientadores dos quais destacamos a “consolidação de padrões de excelência”, o “reforço da internacionalização”, o “potenciamento da interdisciplinaridade” e a “cooperação”. Neste contexto o Programa Doutoral em Engenharia Física (PRODEF) aborda uma área indiscutivelmente interdisciplinar e internacional. É estratégia do PRODEF promover a integração no Programa Doutoral dos actores com actividade relevante em Engenharia Física na UP. A Faculdade de Ciências da UP tem uma intervenção indiscutível nesta área. É proposta uma reestruturação curricular que torna o PRODEF um ciclo de estudos ministrado conjuntamente por ambas as Faculdades. Este processo está em linha com os princípios orientadores de excelência e cooperação.

Os estatutos estabelecem a FEUP como “uma instituição de criação, transmissão e difusão do conhecimento, da tecnologia e da cultura na área da engenharia, ao serviço do ser humano, com respeito por todos os seus direitos.” “Na prossecução da sua missão, a FEUP: a) oferece e assegura formação científica, técnica, ética e cultural dos seus estudantes, através de (...) programas doutorais, no âmbito da Faculdade ou da Universidade.”

A FEUP está organizada em Departamentos que suportam a sua missão nas várias áreas da engenharia, sendo o Departamento de Engenharia Física ainda jovem. O (PRODEF) enquadra-se nesta oferta de 3º ciclos abrangentes, ditos de “banda-larga”.

O Plano Estratégico da FEUP 2011-2015 estabelece várias políticas estratégicas, das quais destacamos:

a) “Promover a internacionalização, particularmente no sentido do alargamento da base de cooperação internacional.” e “Melhorar de forma sustentada os indicadores de desempenho de mobilidade de entrada e de saída de estudantes.” O 3º ciclo é uma área por excelência para promoção da internacionalização e mobilidade, tendo o PRODEF procurado envolver os seus estudantes em colaborações e redes internacionais de ensino no 3º ciclo e investigação.

b) “Consolidar a reforma da oferta formativa, na estrutura, nos conteúdos e nos métodos de ensino e de avaliação”. Ao oferecer o PRODEF é acompanhada a prática das maiores universidades do País, que também ministram formações de 3º ciclo em Engenharia Física, estando o PRODEF implantado numa Escola de Engenharia.

c) “Assumir liderança nacional e internacional em políticas de educação em engenharia”. Originalmente a Engenharia Física está ligada a áreas como a optoelectrónica e materiais. A nossa concepção da Engenharia Física é muito abrangente. A elevada intensidade tecnológica a que o ensino universitário da Física está cada vez mais exposto (sendo os MOOCs um exemplo) é uma oportunidade para os 3ºs ciclos em Engenharia Física.

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

UP's statutes define that it pursues the “training” and “development of scientific research (...) involving the discovery, acquisition and evolution of advanced level knowledge and practices”. Its strategic plan lists several guiding principles, of which we highlight the “consolidation of standards of excellence”, the “reinforcement of internationalisation”, the “strengthening of interdisciplinarity” and “cooperation”. In this context, the Doctoral Programme in Physics Engineering (PRODEF) covers an unquestionably interdisciplinary and international area. PRODEF's strategy is to promote the integration of the actors with relevant activity in Physics Engineering within UP in the Doctoral Programme. The Faculty of Sciences of UP has an indisputable role in this area. We propose a curricular restructuring that turns PRODEF into a cycle of studies jointly lectured by both faculties. This process is in line with the guiding principles of excellence and cooperation.

FEUP's statutes define it as “an institution for the creation, transmission and dissemination of knowledge, technology and culture in the engineering area, at the service of human beings, with respect for their rights.” “In fulfilling its mission, FEUP: a) offers and ensures the scientific, technical, ethical and cultural training of its students through (...) doctoral programmes within the Faculty or University.”

FEUP is organised into Departments that support its mission in several engineering areas, with the Department of Physics Engineering being relatively recent. PRODEF fits this offer of comprehensive, or broadband, 3rd

cycle studies.

FEUP's Strategic Plan 2011-2015 establishes several strategic policies, of which we highlight the following:

a) "To promote internationalisation, particularly as regards widening the basis of international cooperation" and "The steady improvement of the performance indicators for mobility of incoming and outgoing students." The 3rd cycle of studies is the quintessential area for promoting internationalisation and mobility, and PRODEF seeks to involve its students in collaborations and international networks related to 3rd cycle teaching and research.

b) "To consolidate the reform of the training offer in terms of structure, contents, teaching methods and assessment". With the offer of PRODEF, we follow the practice of the main Portuguese universities, which also have 3rd cycle studies in Physics Engineering, with PRODEF being implemented in a School of Engineering.

c) "To assume national and international leadership in policies for engineering education". In its origin, Physics Engineering is related to areas such as optoelectronics and materials. Ours is a very comprehensive understanding of Physics Engineering. The high technological intensity that university teaching of Physics is ever more exposed to (e.g. MOOCs) offers an opportunity for 3rd cycle studies in Physics Engineering.

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

O PRODEF divulga os seus objetivos internamente em vários suporte e meios:

a) Página do SIGARRA onde toda a informação formal sobre o ciclo de estudos é apresentada, incluindo disponibilização do seu Regulamento;

b) Página web do PRODEF, disponível em <http://fe.up.pt/prodef>;

c) "PRODEF Day": sessão presencial de abertura anual do ciclo de estudos;

d) "Seminários PRODEF": seminários por especialistas convidados.

e) Nos termos do seu regulamento, envolvendo a Comissão Científica e de Acompanhamento;

e) Ao Conselho de Departamento do Departamento de Engenharia Física.

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

PRODEF internally disseminates its objectives through various media and means:

a) SIGARRA system page where all formal information on the cycle of studies is available, including its Regulation;

b) PRODEF web page: <http://fe.up.pt/prodef>;

c) "PRODEF Day": annual opening session of the cycle of studies;

d) "PRODEF seminars": seminars from international experts.

d) In the terms of its regulation, involving the Scientific and Monitoring Committee;

e) To the Department Council of the Department of Physics Engineering.

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 estrutura organizacional é definida estatutariamente. A gestão do CE é assegurada pelos órgãos: a) Diretor; b) Comissão Científica; c) Comissão de Acompanhamento (CA).

Ao Diretor do ciclo de estudos, em articulação com os Diretores dos departamentos envolvidos, compete-lhe: "a) Elaborar e submeter ao Diretor da FEUP propostas de organização ou de alteração dos planos de estudo; b) Elaborar e submeter ao Diretor da FEUP, para autorização, as propostas com as necessidades de serviço docente, instalações e laboratórios; (...)"

À Comissão Científica compete: " a) Coadjuvar o Diretor do ciclo de estudos na coordenação curricular; b) Pronunciar-se sobre as propostas de organização ou de alteração dos planos de estudo

À Comissão de Acompanhamento compete verificar o normal funcionamento do CE e propor medidas que visem ultrapassar as dificuldades funcionais encontradas.

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 organisational structure is statutorily defined. The management of the CS is ensured by the following bodies: a) Director; b) Scientific Committee (SC); c) Monitoring Committee (MC).

Together with the Directors of the departments involved, the Director of the Cycle of Studies (DCS) is responsible for: "a) preparing and submitting to the Dean of FEUP proposals for the organisation or modification of the study programmes; b) preparing and submitting for approval from the Dean of FEUP proposals with all the needs in terms of academic service, facilities, and laboratories (...)"

The Scientific Committee must: " a) assist the DCS in the curricular coordination; b) comment on the proposals for organisation or revision of the study plans

The Monitoring Committee is responsible for checking the normal functioning of the CS and proposing measures to overcome any operational difficulties encountered.

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 Comissão de Acompanhamento é constituída pelo "Diretor do ciclo de estudos (...) e por outros três membros, um docente e dois discentes (...)". Cabe-lhe "verificar o normal funcionamento do mesmo e propor medidas que visem ultrapassar as dificuldades funcionais encontradas."

Os estudantes devem preencher os Inquéritos Pedagógicos assim como participar no Conselho Pedagógico da FEUP.

A Comissão Científica é normalmente constituída por docentes do CE, permitindo uma efetiva participação dos docentes nos processos.

As alterações do plano de estudos também têm envolvido o Conselho de Departamento, permitindo a participação ativa dos docentes.

O PRODEF é um ciclo de pequena dimensão onde é fomentada uma cultura de proximidade e de liberdade, sendo os estudantes e docentes auscultados informalmente sobre o funcionamento do ciclo de estudos, incluindo no "PRODEF day".

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 Monitoring Committee is composed of the Director of the Cycle of Studies (...) and by other three members, a teacher and two students (...). It is responsible for "checking the normal functioning of the cycle of studies and proposing measures to overcome any functional difficulties encountered."

Students must answer the educational surveys and also take part in the FEUP's Pedagogical Council.

The Scientific Committee usually consists of a group of CS teachers, which allows them to have an actual participation in the processes.

Changes to the study programme have also been involving the Department Council, allowing the active participation of teachers.

PRODEF is a small cycle, nurturing a culture of closeness and freedom, with both students and teachers being informally heard about the functioning of the cycle of studies, namely on "PRODEF day".

2.2. Garantia da Qualidade

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

Regulamentarmente cabe ao Diretor do Ciclo de Estudos zelar pela sua qualidade. Esta responsabilidade direta é complementada pela colaboração com os demais órgãos de gestão do CE assim como da interação com o corpo docente e discente.

A nível interno a garantia da qualidade individual é ainda realizada no âmbito "PRODEF day". Neste cada estudantes inscrito apresenta oralmente o seu relatório de progresso, previamente submetido à Comissão Científica.

Boas práticas de qualidade são ainda discutidas nas reuniões de Comissão de Coordenação dos 3º ciclos da Unidade Orgânica.

As propostas de melhoria são submetidas ao Diretor da Unidade Orgânica, que, em colaboração com o Conselho Pedagógico e o Conselho Científico, as aprecia, discute e aprova remetendo-as em seguida para a Reitoria da Universidade do Porto para apreciação, através do Serviço de Melhoria Contínua. O “Manual do Sistema de Gestão da Qualidade da U.Porto” apresenta detalhes adicionais.

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

According to the regulation, the Director of the Cycle of Studies is responsible for ensuring its quality. This direct responsibility is complemented by the collaboration with the other governing bodies of the CS, as well as the interaction with the teaching staff and the students.

Internally, individual quality assurance also takes place within “PRODEF day”. This day, every student enrolled orally presents their report, which was previously submitted to the Scientific Committee.

Good practices in quality are also discussed in the Coordinating Committee meetings for the 3rd cycles of the Organic Unit.

Any proposals for improvement are submitted to the Director of the Organic Unit that, together with the Pedagogical and Scientific Councils, will analyse, discuss and approve them. These are subsequently submitting to the continuous improvement service of the Rectorate of the University of Porto for review.

The U.Porto's Quality Management System Manual includes more detailed information.

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

Paulo Jorge Valente Garcia, Professor Associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Diretor do Ciclo de Estudos

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

Paulo Jorge Valente Garcia, Associate Professor at the Faculty of Engineering, University of Porto, Director of the Cycle of Studies

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

Os suportes de informação são vários: a) inquéritos pedagógicos; b) fichas das unidades curriculares; c) relatórios das unidades curriculares; d) relatório anual do ciclo de estudos; e) relatórios de progresso individuais dos estudantes.

O acompanhamento e avaliação periódica do Ciclo de Estudos têm lugar regulamentarmente no seio dos órgãos de gestão do ciclo de estudos: Diretor, Comissões Científica e de Acompanhamento.

O Departamento de Engenharia Física é também envolvido no acompanhamento via reporte à sua Comissão Executiva e Conselho de Departamento. Neste contexto teve lugar em 2013, a iniciar no ano letivo 2014/2015, a primeira reformulação do ciclo de estudos, após a sua adequação.

Ao nível da Unidade Orgânica estão envolvidos os Conselhos Pedagógico e Científico. Ao nível da Universidade, os procedimentos são da responsabilidade da Vice-Reitoria para a Formação e Organização Académica e do Serviço de Melhoria Contínua da UP (cf. “Manual do Sistema de Gestão da Qualidade da U.Porto”)

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

There are several information supports: a) educational surveys; b) curricular units forms; c) curricular units reports; d) annual report of the cycle of studies; e) individual students' progress reports.

The monitoring and periodic assessment of the cycle of studies is regularly carried out within the governing bodies of the CS: Director, Scientific and Monitoring Committees.

The Department of Physics Engineering is also involved in the monitoring by reporting to its Executive Committee and Department Council. In this context, the first reformulation of the cycle of studies, after its adequacy, took place in 2013, to begin in academic year 2014/2015.

At the level of the Organic Unit, the Pedagogical and Scientific Councils are involved. At the University level, the procedures are the responsibility of the Vice-Rectorate for Training and Academic Organisation of the Continuous Improvement Service of UP (cf. U.Porto's Quality Management System Manual).

2.2.4. Link facultativo para o Manual da Qualidade

http://sigarra.up.pt/up/pt/conteudos_service.conteudos_cont?pct_id=11964&pv_cod=48xraFgb5Ykp

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

Em finais de 2013 iniciou-se um processo de reformulação curricular, coordenado pelo Diretor. O processo incluiu uma reflexão interna envolveu os membros do Departamento de Engenharia Física da FEUP. Procurou-se criar uma estrutura curricular coerente e que refletisse as atividades do Departamento.

Em 2015 e por iniciativa do Diretor do CE iniciou-se um processo de aproximação à Faculdade de Ciências e ao seu Departamento de Física e Astronomia, da qual resultou a alteração proposta na seção 10 do formulário.

Os resultados da presente avaliação serão analisados pelos órgãos de gestão regulamentares. Dada a cultura

de proximidade do PRODEF todos os estudantes e docentes do ciclo de estudos assim como os Departamentos serão envolvidos na discussão. Da discussão serão definidas as ações a implementar assim como um plano temporal (incluindo marcos e pontos de controlo) e indicadores de realização.

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

At the end of 2013, a process of curricular reformulation was started, coordinated by the Director. This process included an internal reflection involving the members of the Department of Physics Engineering at FEUP. The intention was to create a coherent curricular structure that reflected the Department's activities.

In 2015, on the initiative of the Director of the CS, it began a process of moving closer to the Faculty of Sciences and to its Department of Physics and Astronomy (DFA/FCUP), from which resulted the change proposed in section 10 of the form.

The results of this assessment will be reviewed by the regulatory governing bodies. Given PRODEF's culture of proximity, all students and teacher of the cycle of studies, as well of the Department, will take part in the discussion. Following this discussion will arise the actions to implement, as well as a timetable (including milestones and control points), and completion indicators.

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

No âmbito da avaliação institucional pela European University Association (EUA), a Universidade do Porto procedeu em 2008 a uma autoavaliação das suas Faculdades, que conduziu ao Relatório de avaliação em maio de 2010, disponível no portal da U.Porto. O relatório da avaliação da EUA está disponível no mesmo sítio, em https://sigarra.up.pt/up/pt/conteudos_service.conteudos_cont?pct_id=6946&pv_cod=07jqamPKadh0

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

Within the institutional evaluation made by the European University Association (EUA), in 2008 the University of Porto carried out a self-evaluation of its Faculties, which gave origin to an evaluation report in May 2010, available on the U.Porto portal. The EUA evaluation report is available on https://sigarra.up.pt/up/pt/conteudos_service.conteudos_cont?pct_id=6946&pv_cod=07jqamPKadh0

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)
Biblioteca (C101)/Library	659
Sala de reuniões (B235)/Meetings room (B235)	37
Secretariado PRODEF (F210)/PRODEF Secretariat	37
Gabinete estudantes PRODEF (E219)/PRODEF students office	38
Gabinete estudantes PRODEF (E220)/PRODEF students office	13
Gabinete estudantes PRODEF (J109)/PRODEF students office	19
Laboratório de óptica (L-103)/Optics lab	115
Foram incluídos espaços comuns da FEUP e do Departamento de Engenharia Física alocados ao Programa Doutoral em Engenharia Física e não os espaços usados pelos estudantes nas suas unidades de investigação, colaborações ou uso de infra-estruturas.	0
O espaço laboratório de óptica pertence ao Departamento de Engenharia Mecânica, estando o sistema de óptica adaptativa instalado numa das mesas ópticas.	0
Includes the facilities that are common to FEUP and to the Department of Physics Engineering allocated to the Doctoral Programme in Engineering Physics and not the facilities used by students in their research units, collaborations or research infrastructures.	0
The optics laboratory facilities belong to the Department of Mechanical Engineering, and the adaptive optics system is installed on one of the optical tables.	0

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
Servidor do DEF (higgs)/DEF server	1
COMSOL Multiphysics software	1
Computadores pessoais estudantes PRODEF/PRODEF students personal computers	5
Caixa de luvas/Glove box	1
Materials research group for energy servers	2
Potenciostato/Potentiostat	1
Kit de óptica adaptativa/Adaptive optics kit	1
Membro institucional OSA/OSA institutional membership	1
Apenas foram incluídos equipamentos do Departamento de Engenharia Física que podem ser usados pelos estudantes do Programa Doutoral. Não foram considerados equipamentos comuns da FEUP, das unidades de investigação, colaborações ou em infra-estruturas de investigação.	0
Only includes the equipment of the Department of Physics Engineering that can be used by the students of the Doctoral Programme. It does not consider equipment that is common to FEUP, the research units, collaborations or research infrastructures.	0

3.2 Parcerias

3.2.1 Parcerias internacionais estabelecidas no âmbito do ciclo de estudos.

Através dos seus docentes e orientadores, o CE tem uma rede internacional muito relevante para a sua dimensão, verificável pela co-autoria de artigos.

Uma tese está integrada no consórcio GRAVITY liderado Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik; outra com a ONERA.

Na área dos materiais existe uma participação na equipa da European Energy Research Alliance, colaborações com a PUC-Rio; School of Materials Engineering – Universidade de Purdue; Institute of Metallurgy and Materials Science, Academia das Ciências da Polónia; Los Alamos National Laboratory.

Na área dos plasmas existe uma participação na equipa da infraestrutura JET – Joint European Torus e colaborações com o Laboratoire de Physique des Plasmas – École Polytechnique; Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie; Research Institute for Solid-state Physics and Optics of the Hungarian Academy of Sciences.

Finalmente, o Dep. de Engenharia Física assegura a participação da U.Porto na OSA – The Optical Society.

3.2.1 International partnerships within the study programme.

Through its teachers and supervisors, the CS is part of a very significant international network, considering its dimension, which can be verified by the co-authorship of papers.

One thesis is integrated in the GRAVITY consortium, head by the Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik; another one in ONERA.

In materials, there is a participation in the European Energy Research Alliance team, collaborations with PUC-Rio; School of Materials Eng. – University of Purdue; Institute of Metallurgy and Materials Science, Polish Academy of Sciences; Los Alamos National Laboratory.

In plasmas, there is a participation in the JET – Joint European Torus infrastructure team and collaborations with the Laboratoire de Physique des Plasmas – École Polytechnique; Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie; Research Institute for Solid-state Physics and Optics of the Hungarian Academy of Sciences.

Finally, the Department of Physics Engineering ensures the participation of UP in OSA – The Optical Society.

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.

A FEUP e o IST mantêm um protocolo de colaboração, impulsionado pelo Departamento de Engenharia Física, desde 2002. O protocolo rege a: a) realização de cursos e intercâmbio de docentes de pós-graduação; b) realização de programas de investigação; d) organização de seminários, conferências, exposições e publicação dos resultados dos trabalhos realizados em cooperação. Os docentes com especialização em Plasmas estão integrados no IPFN; desde 2015 o docente com especialização em ciências do espaço está integrado no CENTRA (cf. 7.2.1).

O PRODEF participa formalmente no Programa de Doutoramento FCT IDPASC Portugal (Doctoral Programme in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology – PD/00024/2013), relevante para a área de ciências do espaço.

Uma colaboração estreita com o LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia – é mantida pelo grupo de

materiais. O primeiro doutorado do PRODEF é um colaborador deste laboratório. Há ainda colaborações informais com a FCTUC, FCUL e U. Minho.

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

FEUP and IST have a collaboration protocol promoted by the Department of Physics Engineering since 2002. This protocol rules the: a) development of study programmes and exchange of postdoctoral teachers; b) development of research programmes; d) organization of seminars, conferences, exhibitions and the publication of the cooperation works results. The teachers with specialisation in Plasmas are integrated in IPFN; starting in 2015, a teacher with specialisation in space science is integrated in CENTRA (cf. 7.2.1).

PRODEF formally takes part in the Doctoral Programme FCT IDPASC Portugal (Doctoral Programme in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology – PD/00024/2013), relevant to the space science area.

A close collaboration with LNEG – Portuguese National Laboratory for Energy and Geology – is kept by the Materials group. The first person to complete the PRODEF doctorate works in this laboratory. There are also informal collaborations with FCTUC, FCUL and U. Minho.

3.2.3 Colaborações intrainstitucionais com outros ciclos de estudos.

O PRODEF permite que as suas UCs sejam frequentadas por estudantes da FEUP e da UP. Por outro lado, a organização curricular do CE permite que os estudantes frequentem outras UCs da UP.

No âmbito da UP, uma estudante e seu orientador estão integrados no instituto INEGI, parte do laboratório associado LAETA.

Uma estudante e sua orientadora estão integradas no instituto e laboratório associado INESC-TEC.

Uma estudante de doutoramento da área dos biomateriais usou a infra-estrutura do CEMUP – Centro de Materiais UP.

O grupo de materiais tem fortes ligações com docentes do Dep. Eng^a Metalúrgica e de Materiais, com publicações conjuntas, e integração conjunta na unidade FCT Centro de Eng^a Mecânica Universidade de Coimbra.

Outros docentes das áreas de matéria condensada, materiais e física nuclear, estão integrados no Centro de Física da UP.

Em 2014 foi realizado juntamente com o Departamento de Física e Astronomia da FCUP o Simpósio Doutoral em Eng^a Física, integrado no Congresso Doutoral de Eng^a.

3.2.3 Intrainstitutional collaborations with other study programmes.

PRODEF allows its CUs to be attended by FEUP and UP students. On the other hand, the curricular structure of the CS allows its students to attend other UP CUs.

Within UP, a student and her supervisor are integrated in INEGI institute, which forms part of the LAETA associated laboratory.

A student and her supervisor are integrated in the INESC-TEC associated lab. A PhD student in the area of biomaterials used the CEMUP (Centre for Materials of UP) infrastructure. The Materials group has strong ties with teachers from the Department of Metallurgical and Materials Eng., with joint publications and integration in the FCT unit Centre for Mechanical Engineering of the University of Coimbra.

Other teachers from the areas of Condensed Mater, Materials and Nuclear Physics are integrated in the Centre for Physics of UP.

In 2014, the Doctoral Symposium in Physics Engineering, within the Doctoral Congress in Engineering, was jointly organized with the Department of Physics and Astronomy of the FCUP.

4. Pessoal Docente e Não Docente

4.1. Pessoal Docente

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - Paulo Jorge Valente Garcia

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

Paulo Jorge Valente Garcia

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

<sem resposta>

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

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

Mapa VIII - Carlos Daniel Diogo Matias Pintassilgo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Carlos Daniel Diogo Matias Pintassilgo

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

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

Mapa VIII - Diana Maria Carreira Pires Urbano

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Diana Maria Carreira Pires Urbano

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

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

Mapa VIII - Francisco José Baptista Salzedas

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Francisco José Baptista Salzedas

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Jaime Enrique Villate Matiz

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

Jaime Enrique Villate Matiz

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Joana Cassilda Rodrigues Espain Oliveira

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

Joana Cassilda Rodrigues Espain Oliveira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Paulo Manuel de Araújo Sá**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo Manuel de Araújo Sá***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Associado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Vera Lúcia Miguéis Oliveira e Silva****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Vera Lúcia Miguéis Oliveira e Silva***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Maria Inês Barbosa de Carvalho****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Inês Barbosa de Carvalho***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor 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 - Rui Jorge Sousa Costa de Miranda Guedes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Rui Jorge Sousa Costa de Miranda Guedes***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Associado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular 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
Paulo Jorge Valente Garcia	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Carlos Daniel Diogo Matias Pintassilgo	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Diana Maria Carreira Pires Urbano	Doutor	Física Teórica	100	Ficha submetida
Francisco José Baptista Salzedas	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Jaime Enrique Villate Matiz	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Joana Cassilda Rodrigues Espain Oliveira	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Paulo Manuel de Araújo Sá	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Vera Lúcia Miguéis Oliveira e Silva	Doutor	Engenharia Industrial e Gestão	100	Ficha submetida
Maria Inês Barbosa de Carvalho	Doutor	Electrical Engineering	100	Ficha submetida
Rui Jorge Sousa Costa de Miranda Guedes	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
			1000	

<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:	10	100

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):	10	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):	8	80
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:	10	100
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 de desempenho do pessoal docente do PRODEF, enquanto docentes do Departamento de Engenharia Física (DEF) e da FEUP, é feita pela FEUP, no quadro da avaliação docente do ensino superior, e pelo DEF, no quadro da avaliação dos ciclos de estudos em que o DEF participa, em particular o PRODEF. Ao nível da FEUP, os docentes do PRODEF estão sujeitos a um regime de avaliação do desempenho constante de regulamento específico publicado em Diário da República 2.ª série, n.º 73, de 12 de abril de 2012, despacho n.º 5096/2012, decorrente do regulamento da avaliação do desempenho dos docentes da Universidade do Porto, Diário da República, 2ª série, n.º 154, de 10 de agosto de 2010, despacho n.º 12912/2010, segundo o estabelecido no Art.74.º-A do Estatuto da Carreira Docente Universitária, Decreto-Lei n.º 205/2009, de 31 de Agosto. Ao nível dos ciclos de estudos, é feita, no final de cada semestre, uma avaliação, dos processos ensino/aprendizagem e dos resultados, pelos organismos responsáveis para aferir os índices de desempenho das unidades curriculares (UCs). A avaliação consiste na análise de inquéritos pedagógicos aos estudantes, relatórios de progresso (caso da UC Tese do PRODEF), relatórios dos docentes sobre o funcionamento das UCs e a comparação dos resultados com os dos anos letivos precedentes. Os docentes do PRODEF têm ao seu dispor diversas atividades promovidas pela FEUP e pela UP que permitem a sua permanente atualização. Estas iniciativas, com levantamento anual das necessidades, visam a formação dos recursos humanos nas áreas da docência e da investigação e traduzem-se em workshops (ex. "Criação de atividades no Moodle UPorto"), seminários (ex. "Ética da investigação") ou ações de formação (ex. "Escrita científica", "Métodos ativos e colaborativos no ensino universitário"). No contexto docente, a FEUP criou, em 2008 e em parceria com a Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, o Laboratório de Ensino e Aprendizagem (LEA) (<http://fe.up.pt/lea>). A missão do LEA é a de contribuir para a melhoria da qualidade do ensino/aprendizagem e do desempenho pedagógico, dando a conhecer, investigando e promovendo boas práticas pedagógicas. Entre as iniciativas levadas a cabo pelo LEA conta-se o programa "De Par em Par", multidisciplinar e voluntário, em que participaram docentes do PRODEF, que consiste na observação de aulas por pares e que visa promover a sensibilidade e autorreflexão pedagógicas resultantes das perspetivas observador/observado. A UP, através da unidade de tecnologias educativas (<https://elearning.up.pt/>) promove workshops de formação pedagógica no quadro das novas tecnologias. No âmbito da investigação desenvolvida pelos docentes, a FEUP e o PRODEF incentivam a participação de

docentes em eventos que permitam a constante atualização pedagógica e dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Neste contexto, a FEUP atribui anualmente prémios de desempenho, pedagógico e científico, aos docentes que se destacam.

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

As PRODEF teaching staff consists of teachers from the Department of Physics Engineering(DEF) and FEUP, their performance review is done both by FEUP, in the context of teaching staff evaluation in higher education, and by DEF, in the context of the cycle of studies assessment(namely PRODEF) in which DEF participates. At FEUP, PRODEF teachers are subject to a performance evaluation system set out in a specific regulation published in the Portuguese Official Gazette - Series II, No. 73, dated 12th April 2012, dispatch no. 5096/2012, under the teaching staff performance review regulation of the University of Porto, Portuguese Official Gazette - Series II No. 154,dated 10th August 2010,dispatch no. 12912/2010,pursuant to article 74.-A of the Statute of the University Teaching Career, Decree-Law no. 205/2009,dated 31st August.

At the level of the cycle of studies, an evaluation of the teaching/learning processes and results is carried out at the end of each semester by the bodies responsible for the assessment of performance indexes of the curricular units (CUs). This assessment is processed by analysing educational surveys answered by students, progress reports (in the case of the Thesis in PRODEF),and teachers' reports regarding the functioning of the CUs and also by comparing these results with the ones from previous academic years.

PRODEF teachers have at their disposal several activities organised by FEUP and by UP which allow their continuous update. These initiatives are the result of an annual needs assessment and aim to give training to human resources in the teaching and research areas, translating into workshops(e.g. Creation of activities in the Moodle platform of UP), seminars (e.g. Research ethics) or training courses(e.g. Scientific writing, Active and collaborative methods in university education).

In the pedagogical context, FEUP created LEA(Teaching and Learning Laboratory)(<http://fe.up.pt/lea>) in partnership with the Faculty of Psychology and Educational Sciences in 2008. LEA's mission is to contribute for the improvement of the teaching/learning quality and also the pedagogical performance by disseminating, researching and promoting pedagogical good practices. Among the initiatives carried out by LEA is the multidisciplinary and voluntary programme "De Par em Par" with the participation of PRODEF teachers. In this programme, classes are observed by peers with the aim of promoting pedagogical awareness and self-reflection resulting from the observer/observed perspectives. Through its educational technologies unit (<https://elearning.up.pt/>), UP holds pedagogical training workshops in the context of new technologies.

Within the scope of research carried out by the teachers, both FEUP and PRODEF encourage them to take part in events that allow their continuous updating in pedagogical terms and in scientific and technological knowledge. In this context, FEUP annually awards pedagogical and scientific performance prizes to teachers that stand out.

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

<http://dre.pt/pdf2sdip/2010/08/154000000/4290442907.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.

Ao nível do Departamento de Engenharia Física é prestado apoio de secretariado ao PRODEF e seus estudantes pela técnica superior Sandra Costa (quadro de pessoal do Departamento) e a nível laboratorial pelo técnico superior Paulo Andrade (quadro de pessoal do Departamento).

Centralmente, os serviços comuns da FEUP e UP prestam apoio. Os Serviços Académicos garantem as atividades no âmbito da administração, gestão e apoio na área de gestão de ciclo de estudos e cursos; a área do acesso, ingresso e certificação; a área de gestão de estudante e na unidade de orientação e integração, de acordo com as instruções tutelares e as diretivas dos Órgãos de Gestão, constituindo a relação com o estudante o vetor essencial da sua atuação.

O Centro de Informática Prof. Correia de Araújo, presta apoio às atividades relacionadas com a informática. A este pessoal acresce o pessoal técnico dos institutos de investigação e interface onde várias teses decorrem.

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

In the Department of Physics Engineering, secretarial work supporting PRODEF and its students is carried out by senior technician Sandra Costa (Department's staff establishment plan) and laboratory support is assured by senior technician Paulo Andrade (Department's staff establishment plan).

At a central level, support is given by FEUP and UP's shared services. The Academic Services ensure the administration, management and support activities for the cycles of studies and courses; for the access, admission and certification area; for the student's management area and for the orientation and integration unit in accordance with the instructions and the directives of the Governing Bodies and having the relationship with the student as a fundamental vector of its operations.

Prof. Correia de Araújo Computer Centre gives support in IT related activities.

Apart from this staff, there is also technical staff from the research and interface institutes where several of the theses are developed.

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

Ao nível do Departamento de Engenharia Física a técnica superior Sandra Costa é Licenciada em Gestão(FEP) e o técnico superior Paulo Andrade é Mestre em Física(FCUP).

Dos 16 recursos humanos afetos aos Serviços Académicos, 2 possuem mestrado, 10 licenciatura e 4 o ensino secundário.O número de recursos humanos dos Serviços Académicos com formação superior ajusta-se ao aumento de complexidade do serviço e às suas necessidades,tendo-se verificado uma evolução em termos de habilitações, que se reflete indiretamente na qualidade do trabalho realizado.

Ao nível do Centro de Informática (CICA), existem 8 recursos ligados contratualmente á FEUP e tem a seguinte qualificação: 1 possui o mestrado, 5 a licenciatura e 2 o ensino secundário. O número de recursos humanos a trabalhar no CICA é ainda completado por 79 elementos com formação predominantemente na área da informática ligados contratualmente á Universidade do Porto Digital, e que dão apoio transversal a todas as unidades orgânicas da UP.

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

In the Department of Physics Engineering, senior technician Sandra Costa holds a Bachelor's degree in Management (FEP-UP) and senior technician Paulo Andrade holds a Master's degree in Physics (FCUP-UP).

Out of the 16 people allocated to the Academic Services, 2 hold a Master's degree, 10 a Bachelor's degree and 4 a high school diploma.The nr. of people in the Academic Services with higher education fits the increasing level of complexity of the service and the tasks needed, representing an evolution in terms of qualifications which is indirectly reflected in the quality of the work carried-out.

The Computer Centre(CICA) has 8 people contractually linked to FEUP with the following qualifications:1 holds a Master's degree,5 a Bachelor's degree and 2 a high school diploma. The number of people who work at CICA is also complemented by 79 people with qualifications predominantly in the IT area and contractually linked to U.Porto Digital University, giving support to all UP's organic units.

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

A avaliação de desempenho do Pessoal Não Docente obedece a metodologia e a critérios pré-definidos. Os Trabalhadores em exercício de funções públicas são avaliados de acordo com o Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho na Administração Pública (SIADAP), e os Trabalhadores com contrato em regime de direito privado da Universidade do Porto são avaliados de acordo com o Sistema de Avaliação de Desempenho da Universidade do Porto (SIADUP). Ambos os modelos avaliativos preveem as seguintes fases: - Constituição da Comissão Paritária, - Auto-avaliação, - Harmonização e definição de orientações para o processo de avaliação; - Entrevista de Avaliação e definição dos objetivos para o próximo período, - homologação das avaliações de desempenho pelo responsável Máximo do serviço; - elaboração do relatório e divulgação dos resultados, sendo que o grande objetivo é a efetiva melhoria do desempenho individual.

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

Non-academic staff performance evaluation follows the predefined methodology and criteria. Non-academic staff under contract with Public Administration is evaluated according to the Performance Evaluation Integrated System of the Public Administration (SIADAP), while non-academic staff under private-law contract with the University of Porto is evaluated in accordance with the Performance Evaluation Integrated System of the University of Porto (SIADUP). Both evaluation models include the following steps: Setting up of the Joint Committee, Self-assessment, Harmonisation and definition of guidelines for the evaluation process, Assessment Interview and definition of the objectives for the following period, Approval of performance assessments by the head of the service; Preparation of the report and dissemination of results, with the ultimate goal of effectively improving individual performance.

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

O plano de formação da U.Porto é anualmente desenhado, e resulta do processo de levantamento de necessidades de formação participado pelos Dirigentes e pelos Trabalhadores. Os principais objetivos do Plano de Formação estão grandemente centrados na atualização de conhecimentos e de tecnologias de informação e de comunicação, e ainda no desenvolvimento de saberes e de competências. Em regra, os cursos encontram-se distribuídos pelas seguintes áreas: Desenvolvimento Pessoal; Ciências da Educação; Biblioteconomia, Arquivo e Documentação; Contabilidade e Fiscalidade; Gestão e Administração; Direito; Ciências da Informação; Informática; Necessidades Educativas Especiais. Para informação mais detalhada, encontra-se disponível no sítio Web da UP, na página "Formação dos Recursos Humanos da U.Porto".

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

The training plan of U.Porto is annually designed, and results from the training needs assessment process involving managers and staff. The main objectives of the Training Plan are largely focused on refreshing knowledge and updating information and communication technologies, as well as in the development of knowledge and skills. As a rule, training courses are divided into the following areas: Personal Development; Educational Sciences; Biblioteconomy, Archive and Documentation; Accounting and Taxation; Management and Administration; Law; Information Sciences; Information Technology; Special Educational Needs. More detailed information is available on the UP website, in "Formação dos Recursos Humanos da U.Porto" (page not available in English).

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	75
Feminino / Female	25

5.1.1.2. Por Idade

5.1.1.2. Caracterização por idade / Characterisation by age

Idade / Age	%
Até 20 anos / Under 20 years	0
20-23 anos / 20-23 years	0
24-27 anos / 24-27 years	0
28 e mais anos / 28 years and more	100

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	5
	5

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	6	6	9
N.º candidatos 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase candidates	0	1	1
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	1
N.º total matriculados / Total no. enrolled students	0	0	1

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)

Dos cinco estudantes do ciclo de estudos, um encontra-se a frequentar a parte curricular e quatro encontram-se inscritos em tese.

Os temas dos estudantes são: a) biomateriais; b) plasmas; c) instrumentação para as ciências do espaço (2 estudantes); d) data mining educacional.

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

Out of the five students of the cycle of studies, one is attending the curricular part and four are registered in the Thesis.

The themes of these students are: a) biomaterials; b) plasmas; c) instrumentation for space science (2 students); d) educational data mining.

5.2. Ambientes de Ensino/Aprendizagem**5.2.1. Estruturas e medidas de apoio pedagógico e de aconselhamento sobre o percurso académico dos estudantes.**

O CE está desenhado, pela sua natureza, para estudantes com elevado grau de autonomia e a realização supervisionada de trabalhos de investigação.

A quando da inscrição cada estudante seguirá um plano de estudos que carece aprovação pelo Diretor do ciclo. Tão cedo quanto possível deverá ser identificado o orientador do estudante assim como o seu tema de tese.

Cabe ao orientador a tarefa principal de supervisão do estudante e em particular de apoio pedagógico e de aconselhamento sobre o percurso académico.

Anualmente, durante o "PRODEF day" tem lugar uma apresentação oral de progresso de todos os estudantes inscritos, precedida da entrega de um relatório que é transmitido à Comissão Científica do ciclo de estudos.

O Gabinete de Orientação e Integração da Unidade de Apoio à Direção da FEUP desenvolve um conjunto de atividades que incluem aconselhamento e consulta psicológica. A Universidade do Porto tem ainda disponível um Provedor do Estudante.

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

By its nature, the CS is designed for students with a high degree of autonomy with supervised development of research work.

Upon registration, each student will follow a study plan that has to be approved by the Director of the CS. The student's supervisor should be identified as soon as possible, as well a theme for the thesis. The supervisor's main responsibility is to guide the student, in particular giving them pedagogical support and counselling on their academic path.

Every year, on "PRODEF day", all enrolled students make an oral presentation of their progress. A report must have been previously submitted to the Scientific Committee of the cycle of studies.

The Orientation and Integration Office of the Management Support Unit of FEUP develops a set of activities that include counselling and psychological appointment. The University of Porto also has a Student Ombudsman.

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

Destacam-se as seguintes atividades:

a) o "PRODEF day" integra inicialmente os novos estudantes permitindo uma visão global das atividades em curso;

b) o ciclo de seminários do PRODEF reforça a integração promovendo uma cultura científica na área do ciclo de estudos;

c) dada a cultura de proximidade do PRODEF, os estudantes são integrados nas atividades do Departamento de Engenharia Física e é dado apoio pelo secretariado do Departamento.

d) os grupos de investigação e suas unidades de investigação que acolhem os estudantes e orientadores são centrais na integração, tendo iniciativas próprias;

e) a unidade orgânica promove várias iniciativas estruturadas de integração dos estudantes sob a alçada do seu Gabinete de Orientação e Integração;

f) para os estudantes internacionais, que são a maioria dos estudantes do PRODEF, a Divisão de Cooperação do Serviço de Imagem, Comunicação e Cooperação da FEUP tem um papel importante com iniciativas focadas para esta tipologia.

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

We highlight the following activities:

a) "PRODEF day" serves as initial integration of new students, offering them an overview of the programme's activities;

b) the PRODEF cycle of seminars reinforces integration by promoting a scientific culture in the area of the cycle of studies;

c) given PRODEF's culture of proximity, students take part in the activities of the Department of Physics Engineering and get support from the Department's secretariat.

- d) the research groups and corresponding research units that receive students and their supervisors are pivotal in this integration and organise their own initiatives;*
- e) the organic unit promotes several student integration activities under its Orientation and Integration Office;*
- f) for international students, who are the majority of PRODEF students, the Cooperation Division of the Communication and Cooperation Services of FEUP plays an important role with initiatives focused on these students.*

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

O PRODEF cria desde muito cedo uma cultura de consciencialização para a empregabilidade após o doutoramento através da inclusão de uma seção sobre este tema no relatório de progresso dos estudantes. Paralelamente espera-se que os orientadores promovam desde muito cedo uma cultura de empregabilidade nos seus orientandos quer na preparação de um futuro pós-doutoramento ou na transição para a indústria.

Os orientadores têm também um papel central no financiamento dos estudantes, quer na preparação de candidaturas a bolsas de doutoramento, quer na atração de financiamento via projetos.

A Divisão de Cooperação da FEUP faz aconselhamento e promove várias atividades com vista à empregabilidade, por exemplo: a) apoio técnico para integração profissional; b) promoção de parcerias ao nível do emprego e gestão de carreira; c) realização de sessões informativas sobre programas de estágios nacionais e internacionais, preparação das candidaturas e realização de estágios.

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

From an early stage, PRODEF creates a culture of awareness for employability after de doctorate by including a section on this topic in the students' progress report. Also from an early stage, supervisors are expected to simultaneously promote a culture of employability on the students they supervise, either in the preparation of a future postdoctoral degree or in the transition to the industry.

Supervisors also play an important role in student's funding, whether in the preparation of applications for PhD scholarships or in attracting funding through projects.

The Cooperation Division of FEUP gives advice and promotes several activities aiming at employability, such as: a) technical support for professional integration; b) promotion of partnerships for employment and career management; c) information sessions on national and international internship programmes, preparation of project applications and of internships.

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

Os resultados dos inquéritos pedagógicos são analisados pelos órgãos de gestão do ciclo de estudos, e discutidos no Conselho Pedagógico, conforme previsto no RJIES e no Procedimento da Auto-avaliação dos Ciclos de Estudo da U. Porto.

Dada a natureza do ciclo de estudos e a sua dimensão, estes inquéritos são complementados por atividades descritas em 2.1.2.

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

The results from the educational surveys are reviewed by the governing bodies of the cycle of studies and discussed within the Pedagogical Council, according to the judicial regime of higher education institutions (RJIES) and the self-assessment procedure for the cycles of studies at U. Porto.

Given the nature and dimension of this cycle of studies, these surveys are complemented by the activities described in section 2.1.2.

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

Uma parte central da mobilidade é assegurada pelo trabalho de doutoramento do estudante, quando integrado em equipas internacionais ou interinstitucionais.

No Programa FCT IDPASC foram disponibilizadas u.c.s do PRODEF para um pool de u.c.s partilhadas entre as várias universidades participantes.

O CE utiliza as estruturas da FEUP e U.Porto para a promoção de acordos entre instituições recorrendo aos diferentes protocolos existentes. Uma estudante de doutoramento, realiza atualmente uma tese ao abrigo de um programa Erasmus; no passado outro estudante realizou um estágio de cerca de um ano ao abrigo de um outro programa Erasmus.

O plano de estudos do CE permite a realização de qualquer u.c. da U.Porto. A Comissão Científica e a Direção do CE podem ainda aprovar a substituição de u.c.s do CE por outras realizadas noutra IES, nacional ou estrangeira, mediante certos requisitos.

A U.Porto proporciona o doutoramento em co-tutela internacional e a título de doutoramento europeu.

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

A central part of mobility is ensured by the doctoral work of the student when integrated in international or interinstitutional teams.

PRODEF CUs were made available to the FCT IDPASC programme for a pool of shared CUs among several participating universities.

The CS uses both FEUP and U.Porto's structures for promoting agreements among institutions via the different protocols available. A PhD student is currently preparing a thesis under an Erasmus programme; in the past, another student did an internship of about a year under another Erasmus programme.

The study plan of the CS allows students to attend any CU of U.Porto. The Scientific Committee and the Director of the CS may also approve the replacement of CUs of the CS by other CUs held in another national or international higher education institution, if certain requirements are met.

U.Porto offers the doctoral programme as international joint supervision (co-tutorship) and European doctoral degree.

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.

São objetivos da aprendizagem na área científica de engenharia física: compreender um domínio científico; conduzir investigação autónoma original; analisar criticamente e sintetizar ideias complexas; comunicar eficazmente; respeitar padrões éticos; desenvolver e implementar soluções e métodos inovadores para novos problemas e desafios; avaliar eficiência e impacto; contribuir para o avanço do conhecimento.

A operacionalização é implementada pela divisão do CE numa parte curricular e numa tese original, pela articulação entre a parte curricular, o perfil do candidato, pela preparação do projeto de tese na UC "Seminário de Projeto de Investigação" e a sua investigação de Tese.

Verificação do cumprimento dos objetivos: validação dos planos de estudos; avaliação do projeto de Tese; conclusão da parte curricular; acompanhamento através dos "Relatórios de Progresso", anuais, escritos e orais; publicação de resultados e apresentações públicas; submissão e defesa da Tese perante um júri.

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

Some of the learning objectives in the scientific area of physics engineering are to: understand the scientific domain; carry out autonomous, original research; critically analyse and synthesise new and complex ideas; communicate effectively; respect ethical standards; develop and implement innovative solutions and methods for new problems and challenges; assess efficiency and impact; contribute for a knowledge breakthrough.

Operationalisation is achieved by dividing the CS into a curricular part and an original thesis, by articulating the curricular part with the student's profile, and by preparing the thesis project in the CU "Research Project Seminar" and their thesis research.

Verification of compliance with the objectives: validation of the study plans; evaluation of the Thesis project; conclusion of the curricular part; follow-up through annual written and oral "Progress Reports"; results publication and public presentations; submission and defence of the Thesis before a jury.

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

A Comissão Científica do PRODEF avalia regularmente a atualização científica dos conteúdos e dos métodos de trabalho com base nas fichas e relatórios das unidades curriculares (UCs) e nos Relatórios de Progresso dos estudantes na UC Tese, ouvidos os orientadores. Como as UCs funcionam, regra geral, em regime tutorial e possuem programas adaptáveis aos perfis dos estudantes, a atualização científica e dos métodos de trabalho pode ser alcançada sem necessidade de revisão curricular, podendo ser assegurada no início de cada Curso de Doutoramento por revisão do funcionamento das UCs pertinentes.

Constatando-se a efetiva necessidade de uma revisão curricular, a Comissão Científica do PRODEF começa por estudar a sua pertinência e a viabilidade, caso envolva novas UCs, da sua lecionação, submetendo, de seguida, uma proposta de revisão curricular ao Diretor da FEUP e órgãos competentes, Conselhos Científico e Pedagógico, para apreciação. A proposta final depende de aprovação reitoral.

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

PRODEF Scientific Committee regularly reviews the updating of scientific contents and work methods based on the forms and reports of the curricular units (CUs) and also on the students' Progress Reports within the Thesis CU, upon hearing the supervisors. Since the CUs generally work in a tutorial system and their programmes are adaptable to the students' profiles, the scientific and work methods updating is reachable without the need for a curricular revision. This can be assured at the beginning of each Doctorate curricular part by reviewing the functioning of any relevant CUs.

If the real need for a curricular revision is determined, PRODEF Scientific Committee will start by evaluating its relevance and feasibility, in case it involves other CUs. Then, a proposal for curricular revision is submitted to the Dean of FEUP and competent bodies, Scientific and Pedagogical Councils, for consideration. The final

proposal depends on approval by the Rectorate.

6.2. Organização das Unidades Curriculares

6.2.1. Ficha das unidades curriculares

Mapa X - Física e Engenharia dos Plasmas / Plasma Physics and Engineering (Sem edição em 2015/16)

6.2.1.1. Unidade curricular:

Física e Engenharia dos Plasmas / Plasma Physics and Engineering (Sem edição em 2015/16)

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

Carlos Daniel Diogo Matias Pintassilgo (0h) (Sem edição em 2015/16)

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

Paulo Manuel de Araújo Sá (0h),

Francisco José Baptista Salzedas (0h) (sem edição em 2015/16)

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

São apresentados os fundamentos de Física dos Plasmas, juntamente com especificidades desta área que possam complementar o trabalho de investigação do estudante. Os principais objetivos da aprendizagem são: i) identificação das principais grandezas físicas que descrevem o plasma; ii) descrever o comportamento das espécies carregadas em diferentes campos electromagnéticos; iii) descrever o comportamento dos eletrões através da resolução da equação de Boltzmann.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Plasma Physics fundamentals are presented together with specific points within this area that may complement the student's research work. Students are expected to: i) identify the most important physical quantities that describe plasma; ii) describe the behaviour of charged species under different electromagnetic fields; iii) describe electron kinetics through the resolution of Boltzmann's equation.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Física dos plasmas-fundamentos: i) propriedades gerais de um plasma; ii) critério para a definição de um plasma; iii) ocorrência de plasmas na natureza; iv) aplicações da física de plasmas; v) descrição teórica de fenómenos básicos do plasma. Movimento de partículas carregadas: i) campos eletromagnéticos constantes e uniformes ii) campos magnetostáticos não uniformes; iii) campos eletromagnéticos variáveis no tempo. Teoria cinética dos plasmas: i) valores médios e variáveis macroscópicas; ii) o estado de equilíbrio; iii) equações de transporte macroscópicas; iv) condutividade e difusão; v) equações de Boltzmann e de Fokker-Planck; vi) processos de transporte nos plasmas. Tópicos especiais a definir consoante o perfil dos estudantes.

6.2.1.5. Syllabus:

Plasma Physics fundamentals: i) properties of plasma; ii) plasma definition; iii) plasmas in nature; iv) plasma physics applications; v) theoretical description of basic phenomena in plasmas. Motion of charged particles: i) constant and uniform electromagnetic fields; ii) non-uniform static magnetic fields; iii) time-varying electromagnetic fields; Plasmas Kinetic theory: i) averaged values and macroscopic variables; ii) equilibrium state; iii) macroscopic transport equations; iv) conductivity and diffusion; v) Boltzmann and Fokker-Planck equations; vi) transport processes in plasmas. Specific topics to define according the student's profile.

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

As metodologias de ensino incluem a orientação tutorial e a realização de trabalhos ao longo do semestre e a realização de um trabalho final. Pretende-se com esta metodologia atingir os resultados de aprendizagem pretendidos.

A orientação tutorial permite acompanhar o estudante na área da Física dos Plasmas e eventual integração desta matéria no tema de tese. Pretende-se fomentar a capacidade de investigação autónoma do estudante, assim como o seu espírito crítico.

Durante a frequência da UC o estudante terá que resolver de forma individual uma coleção de problemas e realizar um trabalho apresentar que envolva eventualmente a Física de Plasmas com o tema de investigação do trabalho de tese.

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

The teaching methods include tutorial guidance, as well as work carried out throughout the semester and a final work. This aims to achieve the proposed learning results.

The tutorial guidance aims to accompany the student in the fundamentals of plasma physics, possibly including this subject in the theme of the thesis, improve their ability to research independently, and also their skill on critical thinking.

During the attendance of this CU, students will have to individually solve a collection of problems and develop a research work that eventually correlates plasma physics with the research theme of the thesis.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Orientação tutorial.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final

Condições de Frequência:

Fórmula de avaliação: Resolução de conjunto de problemas selecionados: 50%; Elaboração de trabalho integrador: 50%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Tutorial guidance

Type of assessment: Distributed evaluation without final examination

Terms of attendance:

Evaluation formula: Solving a selected collection of problems: 50% Preparation of an integrating research work: 50%

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

O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante e será efetuada uma monitorização constante da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. Deverá resultar daqui uma aprendizagem mais proativa e dinâmica, com recurso a metodologias mais diversificadas, que globalmente apoiem o estudante na assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem, tornando-o gradualmente mais autónomo e independente.

Concretamente, nesta unidade curricular será adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitem para o exercício profissional competente, para a investigação.

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

The teaching/learning process will be focused on the student's (autonomous and supervised) work with a regular monitoring of progress in the acquisition of knowledge and skills by the said student. This should result in a more proactive and dynamic learning, using more diversified methodologies, which globally support the student in taking personal responsibility in the learning process, making them gradually more autonomous and independent.

Specifically, this curricular unit will adopt a teaching methodology that emphasizes the acquisition of specialized and specific skills which enable students an adequate entry into the research and labor market.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Fundamentals of Plasma Physics, 3rd Edition, J. A. Bittencourt, 2004, Springer-Verlag New York, ISBN: 978-0-387-20975-3

Plasma Physics and Engineering, 2nd Edition, Alexander Fridman, Lawrence A. Kennedy, 2011, CRC Press, ISBN: 978-1439812280

Mapa X - Métodos Inovadores para o Ensino e Aprendizagem da Física

6.2.1.1. Unidade curricular:

Métodos Inovadores para o Ensino e Aprendizagem da Física

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

Diana Maria Carreira Pires Urbano, 32h OT

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

Não aplicável/Not applicable

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

No final desta UC os estudantes devem saber:

1 – quais as metodologias mais recentes no ensino e aprendizagem da Física e as razões porque se devem

aplicar.

2 – elaborar testes que permitam avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes.

3 – definir as estratégias mais adequadas aos estudantes.

4 – conhecer, saber implementar e desenvolver sistemas de informação e multimédia que possam servir de apoio às estratégias delineadas.

5 - conhecer, saber implementar e desenvolver set-ups experimentais adequados às matérias para fazer experiências e demonstrações.

6 - implementar uma avaliação diversificada.

7 - elaborar testes que permitam avaliar o impacto que as diferentes estratégias produzem na motivação e na aprendizagem, e analisar os seus resultados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this CU students should:

1 – know the most recent methods in the teaching and learning of physics and why they should be applied.

2 – develop tests that evaluate students' previous knowledge.

3 – define the most suitable strategies for students.

4 – know, implement and develop information and multimedia systems to support the chosen strategies.

5 – know, implement and develop experimental set-ups suited for lab classes as well as demonstrations.

6 – know how to implement a diverse evaluation.

7 – be able to make tests that evaluate the impact of the different strategies on the motivation and learning process of students, and analyse the results.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1 - Resumo dos mais recentes resultados da investigação na área do ensino da física .

2 – Avaliação dos conhecimentos prévios e dos preconceitos que os alunos têm: importância e modo de o fazer.

3 - Avaliação das diferentes formas de aprender: inquéritos aos alunos.

4 – Definição dos objetivos da aprendizagem.

5 – Estratégias de ensino ativo e colaborativo.

6 – Criação e implementação de sistemas de informação e multimédia de apoio ao ensino e aprendizagem da física.

7 – Estudo de diferentes set-ups experimentais de apoio ao ensino da física em diferentes áreas como mecânica, ondas termodinâmica, ótica e eletromagnetismo.

8 – Diferentes formas e conteúdos na avaliação dos estudantes.

9 – Avaliação dos resultados da aplicação das estratégias de ensino adotadas.

6.2.1.5. Syllabus:

1 – Summary of the most recent research results in the teaching of physics.

2 – Evaluate previous knowledge and prejudices students have: why this is important and how to do it.

3 – Evaluate the different ways students learn: student surveys.

4 – Definition of the learning outcomes.

5 – Strategies of active and collaborative learning.

6 – Development and implementation of information and multimedia systems that support the teaching and learning of physics.

7 – Study of several experimental set-ups to support the teaching and learning of physics in different areas like mechanics, waves thermodynamics, optics and electromagnetism.

8 – Different methods and contents for evaluating students.

9 – Results assessment on the application of the teaching strategies adopted.

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

Ao longo das últimas décadas tem-se tornado evidente que a tradicional forma de ensinar física não é a mais adequada para a maioria dos jovens estudantes. Nesse sentido, foram desenvolvidos métodos baseados nos resultados de investigação no ensino e aprendizagem da física. É importante saber quais são esses métodos, como se aplicam, como se podem modificar e melhorar para se adaptarem à realidade de cada sala de aula. Os conteúdos programáticos são adequados para que os estudantes possam reconhecer a importância, saibam aplicar e adaptar estes métodos, de forma a garantirem uma melhoria do ensino e aprendizagem da física.

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

In the last decades it has become clear that the traditional methods of teaching physics are not suited for most young students. Based on the results of systematic studies on learning and teaching of physics, different learning methods have been developed. For any physics instructor, it is important to know what these methods are, how to apply them and how they can be adapted to any classroom. The syllabus of this CU allows students not only to become aware of the importance of these methods but also to learn how to apply and adapt them, guaranteeing an improvement in the teaching and learning of physics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Procura-se fazer uso dos métodos que se estão a ensinar, incluindo aqueles que se baseiam numa aprendizagem ativa e colaborativa e no uso de sistemas de informação e de multimédia.

A avaliação é por trabalhos e consiste na elaboração de conteúdos ligados à implementação das diferentes ferramentas pedagógicas, como: testes, testes no Moodle, uso de simulações, perguntas conceptuais, elaboração de vídeos, elaboração de guiões de experiências, demonstrações experimentais, elaboração de perguntas de conteúdo rico ligado a problemas do dia a dia, elaboração de perguntas conceptuais, etc.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

If possible, the teaching methods used are those being taught, including the ones based on an active and collaborative learning and in the use of information and multimedia systems.

The assessment is based on the work carried out in the development of contents related to the implementation of different educational tools, such as: tests, Moodle tests, role-playing, conceptual questions, making videos, writing research scripts, experimental demonstrations, creating content rich questions related to daily problems, etc.

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

A metodologia de ensino será tutorial, e aos estudantes será solicitado que, recorrendo aos resultados mais importantes da investigação no ensino da Física, desenvolvam e adaptem autonomamente, recursos e metodologias que possam ser usados no ensino secundário e universitário da Física. O trabalho dos estudantes será permanentemente monitorizado e será dado constante feed-back. Aproveitando o enquadramento de uma grande escola de engenharia em Portugal, os estudantes assistirão a aulas de Física lecionadas a diversos cursos de Mestrado Integrado em Engenharia, onde poderão testemunhar na prática a aplicação de diferentes metodologias e estratégias de ensino. Ainda neste quadro, terão contacto com a experimentação remota e com o uso no ensino de tecnologias emergentes, como a realidade aumentada e os dispositivos hápticos.

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

The teaching method is tutorial, and students will be asked to, based on the most important research findings in the teaching of Physics, autonomously develop and adapt resources and methodologies susceptible of being used in secondary and university education of Physics. The students' work will be constantly monitored and they will receive ongoing feedback. Taking advantage of the contextualisation within a great engineering school in Portugal, students will attend Physics classes taught to several integrated Masters in Engineering, where they will be able to witness the practical use of different teaching methodologies and strategies. Also in this framework, they will have contact with remote experimentation and with the use of emerging technologies in teaching, such as augmented reality and haptic devices.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Mazur, E (1996) Peer Instruction: A user's manual (Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall)

Redish, Edward (2003), Teaching Physics with the physics suite, John Wiley and sons Inc., European Physics Education Network (EUPEN), Inquiries into European higher education in Physics, Universiteit Gent, 2000.

The Role, Education, Qualifications, and Professional Development of Secondary School Physics Teachers, The American Association of Physics Teachers, 2009, http://aapt.org/Resources/upload/Secondary-School-Physics-Teacher-Role_booklet.pdf

McDermott, Lillian, Shaffer, Peter, (2002) Tutorials in Introductory Physics, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall Inc.

Cunningham, James Herr, Norman, (1994) Hands-on physics activities with real-life applications, John Wiley and sons Inc.

Lillian McDermott and Edward Redish (1999) RL-PER1: Resource Letter on Physics Education Research Ibrahim Abou Halloun and David Hestenes, "The initial knowledge state of college physics students", Am. J. Phys. 53(11), November 1985, pp 1043-1048

Mapa X - Física Computacional / Computational Physics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Física Computacional / Computational Physics

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

Jaime Enrique Villate Matiz (16 h OT)

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

Joana Cassilda Rodrigues Espain de Oliveira (16 h OT)

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

O objetivo é dar ao estudante os conhecimentos básicos para resolver problemas de física computacional, ficando assim preparado para aplicar esses métodos na resolução de problemas na sua área específica de especialização.

Os estudantes que aprovem esta unidade curricular deverão ser capazes de:

Implementar algoritmos numéricos em diferentes linguagens de programação.

Escolher a representação numérica mais apropriada a um problema, de forma a minimizar o erro numérico e otimizar o algoritmo usado.

Resolver problemas de integração e métodos estatísticos da física, usando métodos numéricos.

Resolver equações diferenciais da física por métodos numéricos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal is to provide the student with the basic knowledge necessary to solve computational physics problems, so that they are able to apply those methods to the solution of other problems in their specific area of specialization.

Students who pass this CU should be able to:

Implement numerical algorithms in different programming languages.

Choose the numerical representation most appropriate to a problem in order to minimize numerical errors and optimize the algorithm being used.

Solve integration problems and problems on statistical methods of physics by using numerical methods.

Solve differential equations of physics by using numerical methods.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Representação de números no computador. Números inteiros, racionais, reais e complexos. Formatos de vírgula flutuante. Listas, vetores e matrizes.

2. Integração numérica. Método de Monte Carlo. Modelo de Ising. Movimento Browniano.

3. Resolução numérica de equações diferenciais ordinárias. Resolução de equações de Euler-Lagrange e da equação de Schrödinger. Sistemas caóticos.

4. Resolução numérica de equações diferenciais parciais. Resolução da equação de onda, da equação de difusão e da equação de Poisson.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Numbers representation in the computer. Integers, rational, real and complex numbers. Floating-point formats. Lists, vectors and matrices.

2. Numerical integration. Monte Carlo technique. Ising model. Brownian motion.

3. Numerical solution of ordinary differential equations. Solution of Euler-Lagrange equations and of the Schrödinger equation. Chaotic systems.

4. Numerical solution of partial differential equations. Solution of the wave equation, the diffusion equation and Poisson equation.

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

Cada dia são mais importantes na física os métodos computacionais. Com rápido desenvolvimento dos computadores o grande aumento do poder de cálculo dos processadores e placas gráficas, o tipo de problemas físicos que podem ser resolvidos numericamente aumenta constantemente. Consequentemente, a formação de base de um investigador em Engenharia Física deve incluir o estudo dos métodos computacionais para resolução de problemas nessa área. O programa proposto inclui métodos que podem ser aplicados em várias áreas diferentes.

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

Computational methods in physics are becoming more important every day. The rapid development of computers and the considerable increase in the computational power of processors and graphic cards has expanded significantly the kind of physics problems that can be solved numerically. Therefore, the basic training of a researcher on Physics Engineering must include the study of computational methods to solve problems in that area. The syllabus proposed includes methods that can be applied in many different fields.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

No início do semestre selecionam-se as secções da bibliografia obrigatória que o estudante deve estudar. A seleção dos tópicos é feita tendo em conta o perfil específico e interesses de investigação de cada estudante inscrito. O estudante deve reunir semanalmente com um dos docentes, para uma sessão tutorial; no fim de cada sessão tutorial é indicado algum material de leitura para estudo fora de aulas e trabalho para casa que deve ser entregue na semana seguinte. Nas últimas semanas o trabalho para casa é substituído por um projeto que o estudante realiza até o fim do semestre.

Tipo de Avaliação: distribuída sem exame final.

Fórmula de avaliação: $0.5 P + 0.3 TC + 0.2 TI$

onde P é a nota do projeto final, TC a nota dos trabalhos para casa e TI a nota do teste intermédio.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The sections from the mandatory bibliography which the student must study will be selected at the beginning of the semester. Topics will be chosen taking into account the specific profile and research interests of each registered student. The student should meet with one of the teachers on a weekly basis for a tutorial session; at the end of each of those sessions, the teacher will assign some reading material for independent study, as well as some homework, which should be submitted by the following week. In the last weeks, homework is replaced by a term project that the student develops until the end of the semester.

Type of assessment: Distributed evaluation without final examination

Evaluation formula: $0.5 P + 0.3 TC + 0.2 TI$

where P is the grade of the final project, TC the grade of the homework and TI the grade of the mid-term quiz.

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

As sessões tutoriais permitem ao estudante aprender os algoritmos mais importantes utilizados na resolução numérica de problemas de Engenharia Física. O estudo independente e o trabalho para casa confrontam o estudante com a aplicação desses métodos na sua área de investigação e aprender a comparar diferentes métodos e decidir qual o mais apropriado em cada caso. O projeto final é a oportunidade para o estudante por em prática os conhecimentos adquiridos num problema de investigação concreto.

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

The tutorial sessions help the student to learn the most important algorithms used to solve numerically problems of Physics Engineering. The independent study and the homework confront the student with the application of these methods in their own research field, leaning to compare different methods and decide which one is more appropriate for each specific case. The final project is an opportunity for the student to apply the acquired knowledge to a real research problem.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Giordano N. J. & Nakanishi, H (2006) Computational Physics. Upper Saddle River. Pearson/Prentice Hall. ISBN: 978-0131469907

Guttag, J. V. (2013) Introduction to Computation and Programming Using Python, Boston. Cambridge, USA. MIT Press. ISBN: 978-0262525008

Pang, T. (1997) An introduction to computational physics. Cambridge UK. Cambridge University Press. ISBN: 0-521-48592-4

Thijssen, J. M. (2013) Computational Physics. Cambridge University Press, ISBN: 978-0521575881

Villate, J. E. (2014) Métodos Numéricos, Porto. Edição do autor, ISBN: 978-972-99396-3-1 (<http://def.fe.up.pt>)

Mapa X - Seminário de Projeto de Investigação / Research Project Seminar

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário de Projeto de Investigação / Research Project Seminar

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

Paulo Jorge Valente Garcia (TP 18h, OT 40h)

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

Vera Lucia Miguéis Oliveira e Silva (TP 14, OT 56)

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

Conhecimento crítico do estado da arte no tema da investigação a desenvolver na tese de doutoramento.

Capacidade para identificar uma questão em aberto e conceber, mediante supervisão, um plano de investigação para lhe dar resposta.

Capacidade para identificar as competências transversais necessárias para o desenvolvimento do Investigador em Início de Carreira (IIC), obtendo a formação adequada (opcional).

Experiência em investigação supervisionada preliminar no âmbito do tema do plano (opcional).

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Critical knowledge of the state-of-the-art of the research theme to be addressed in the PhD Thesis.

Capacity to identify an open question and design, under supervision, a research plan to answer it.

Capacity to identify required transversal skills for the ESR development, obtaining adequate training (optional).

Preliminary supervised research experience within the theme of the plan (optional).

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Tema específico que identifique e responda às necessidades de produção, investigação, desenvolvimento e inovação dos sectores empresarial e académico da comunidade nacional e global de Engenharia Física. A monografia irá desenvolver o estado da arte e propor a metodologia, enquadramento e plano de trabalho de investigação e desenvolvimento a realizar nos anos seguintes do Programa Doutoral.

A monografia poderá apresentar a seguinte estrutura (está disponível um modelo detalhado):

- 1. Estado da arte*
- 2. Objetivos e avanço da investigação*
- 3. Métodos de investigação (opcional)*
- 4. Impacto da investigação*
- 5. Plano e contexto da tese*

Anexo | Resultados iniciais (opcional)

O ICC pode fazer formação em competências complementares do plano de formação disponível na FEUP: a) Comunicação assertiva e técnicas de apresentação; b) Criação de empresa e PI; c) Formação pedagógica; d) Gestão do tempo e organização pessoal; e) Métodos de investigação científica; f) Redação e publicação científica.

6.2.1.5. Syllabus:

Specific theme that identifies and responds to the needs of production, research, development and innovation of industrial and academic actors of the national and global Physics Engineering community.

The monograph will develop the state-of-the art and propose the methodology, framework and work-plan of the research & development to be conducted in the subsequent years of the Doctoral Programme.

The monograph could include the following structure (a detailed template is available):

- 1. State-of-the-art*
- 2. Research goals and step-forward*
- 3. Research methods (optional)*
- 4. Research Impact*
- 5. Thesis plan and environment*

Annex | Initial results (optional)

The ESR can also take complementary skills training from the available portfolio available at FEUP: a) Assertive communication and presentation techniques; b) IP and business creation; c) Pedagogical training; d) Time management and personal management; e) Methods of scientific research; f) Scientific Publication and writing.

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

O objetivo de obter conhecimento crítico sobre o estado da arte no tema da investigação a desenvolver na tese é alcançado através do estudo da bibliografia que constituirá parte importante da monografia.

A secção da monografia "2.Objectivos e avanço da investigação" identifica uma ou mais questões em aberto a serem abordadas durante a tese. Esta é complementada pela secção "4.Impacto da investigação", que aborda o impacto da investigação proposta.

A secção da monografia "5.Plano e contexto da tese" aborda o objetivo de conceber, mediante supervisão, um plano de investigação para dar resposta aos objetivos de investigação identificados.

Os objetivos de aprendizagem em competências transversais para o desenvolvimento do ICC são alcançados através da disponibilidade de formação nessas competências.

O objetivo da experiência em investigação supervisionada preliminar no âmbito do tema do plano é realizado pelas secções "3.Métodos de investigação" e "Anexo | Resultados iniciais" da monografia.

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

The objective of obtaining critical knowledge of the state-of-the-art of the research theme to be addressed in the PhD Thesis is attained via the research bibliographic study that will be an important part of the monography.

The monography section "2. Research goals and step forward" identifies an open question(s) to be addressed during the thesis. This is complemented by section "4. Research impact", which addresses the impact of the proposed research.

The monograph section "5. Thesis plan and environment" addresses the learning objective of designing, under supervision, a research plan to answer the research goals previously identified.

The learning objectives in transversal skills for the ESR development, are achieved by the availability in the transversal skills training.

The objective of preliminary supervised research experience in the theme of the thesis is addressed by the monography sections "3. Research methods" and "Annex | Preliminary results".

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas expositivas abordam os aspetos gerais do curso e incluem Seminários de Engenharia Física por peritos ou a participação em eventos relevantes (ações/workshops) para a formação do ICC.

Caso seja necessária formação em competências transferíveis, aplicam-se as metodologias específicas.

Nas sessões tutoriais, o estudante realiza, mediante supervisão, a análise do estado da arte na área da investigação, assim como a identificação dos objectivos da investigação e uma planificação realista para alcançá-los.

A supervisão e o tema de investigação têm uma importância crítica nesta unidade curricular e na futura tese. É da responsabilidade do ICC seleccionar o supervisor e o tema geral.

A avaliação tem em consideração a monografia escrita e a apresentação oral, cada qual com uma ponderação de 50% na classificação final. Qualquer eventual plágio ou violação ética grave resulta na reprovação neste curso e será comunicada.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures address the general aspects of the course and include Seminars in Engineering Physics from experts, or attending relevant events (schools/workshops) for the ESR training.

If transferable skills training is to be followed the specific methodologies will apply.

In the tutorial classes the student will conduct, under the supervision, the state-of-the-art of the research field, as well as to identify the research objectives and a credible plan to attain them.

The supervision and general theme of research is of critical importance in this curricular unit and the future thesis. It is the ESR responsibility to select the supervisor and general theme.

The evaluation takes into account the monography text and the oral presentation, each with a 50% weight in the final mark. Any plagiarism or serious ethical breach will result in failing this course and will be reported.

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

O objetivo de conhecimento crítico do estado da arte no tema da investigação é alcançado através de pesquisa bibliográfica supervisionada e debates com o(s) supervisor(es) e colaboradores do contexto de investigação (unidade de investigação). Alguns aspetos do estado da arte podem ser abordados nos Seminários de Engenharia Física com convidados. Se possível, o ICC pode participar em workshops/ações no domínio da investigação.

A capacidade para identificar uma pergunta em aberto e conceber, mediante supervisão, um plano de investigação para lhe dar resposta é alcançada através de trabalho individual sob supervisão tutorial do supervisor.

Os objetivos relacionados com as competências transversais opcionais são abordados com metodologias específicas no âmbito de cada curso.

O objetivo opcional de experiência em investigação supervisionada preliminar é alcançado através de investigação individual realizada pelo ICC.

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

The goal of critical knowledge of the state-of-the-art of the research theme is achieved via supervised bibliographic search and discussions with the supervisor(s) and collaborators in the research environment (research unit). Some aspects of the state-of-the-art can be addressed in the invited Seminars in Engineering Physics. If possible the ESR can attend workshops/schools in the domain of research.

The capacity to identify an open question and design, under supervision, a research plan to answer it is achieved via individual work under tutorial supervision by the supervisor.

The optional transversal skills objectives are addressed with the specific methodologies within each course.

The optional objective of preliminary supervised research experience is achieved by individual research by the ESR.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia específica relevante para cada tema de tese de doutoramento, incluindo, por exemplo, monografia avançada, servidores de informação, patentes, artigos técnicos em conferências e publicações especializadas./ Specific bibliography relevant to each PhD thesis theme, including e.g. advanced monographs, information servers, patents, refereed conference proceedings and journals.

Bibliografia complementar: / Complementary bibliography:

Booth, Colomb and Williams; The Craft of Research, University Of Chicago Press, 2008. ISBN: 978-0226065663

On Being a Scientist: A Guide to Responsible Conduct in Research, National Academies Press, 2009. ISBN: 978-0309119702 (Free copy can be downloaded from NAP press site).

Mapa X - Tese / Thesis

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tese / Thesis

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

Paulo Jorge Valente Garcia (1 estudante)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:*Rui Jorge Sousa Costa de Miranda Guedes (1 estudante)**Maria Inês Barbosa de Carvalho (1 estudante)**Paulo Manuel de Araújo Sá (1 estudante)***6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- a) Capacidade de compreensão sistemática de um campo de estudo científico;*
- b) Aquisição de capacidades, competências e métodos de investigação associados a uma área da Engenharia Física;*
- c) Capacidade para conceber, projetar, adaptar e realizar investigação significativa de acordo com os requisitos impostos pelos padrões de qualidade e integridade académica;*
- d) Ter concluído um corpo significativo de investigação original que tenha contribuído para alargar as fronteiras do conhecimento e que seja merecedor de divulgação nacional ou internacional em publicações com sistema de revisão por pares;*
- e) Capacidade para analisar, avaliar e sintetizar de forma crítica ideias novas e complexas;*
- f) Capacidade de comunicação com os pares, a comunidade académica e a sociedade em geral no âmbito da área de especialização;*
- g) Capacidade para, numa sociedade baseada no conhecimento, promover o progresso científico e tecnológico num contexto académico e/ou profissional.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- a) Ability to systematically understand a scientific field of study;*
- b) Acquire the competencies, skills and methods of research associated with an area of Physics Engineering;*
- c) Ability to conceive, design, adapt and perform significant research respecting the requirements imposed by the standards of academic quality and integrity;*
- d) Have completed a significant body of original research that has contributed to extending the frontiers of knowledge, some of which merits national or international dissemination in international peer reviewed journals;*
- e) Be able to critically analyse, evaluate and synthesise new and complex ideas;*
- f) Be able to communicate with their peers, the academic community and society at large on the area of specialization;*
- g) Be able to, in a knowledge based society, to promote in an academic and/or professional context, the scientific and technological progress.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa de trabalhos do doutoramento é específico de cada Investigador em Começo de Carreira (ICC). Foi concebido na u.c. “Seminário de Projeto de Investigação” durante o 1º ano do PRODEF com o envolvimento do(s) supervisor(es) e foi aprovado pelo conselho científico da FEUP, segundo os regulamentos da UP para os 3os ciclos de estudos.

O programa de trabalhos apresenta o plano detalhado da tese, com metas científicas. Deve incluir os resultados, por ex, em termos de trabalhos de investigação, e o tempo para elaboração da tese. O programa de trabalhos deve incluir competências transferíveis.

O programa de trabalhos deve ser seguido, mediante a orientação do(s) supervisor(es) da tese. Pode evoluir com novos resultados do ICC ou de terceiros e ainda com novas oportunidades. A evolução do programa de trabalhos e as atividades do plano de desenvolvimento de carreira devem ser comunicadas anualmente, por relatório escrito ou oralmente, à comissão científica do PRODEF (cf. Metodologias de ensino).

6.2.1.5. Syllabus:

The PhD work programme is individual to each early stage researcher (ESR). It was designed in the “Research Project Seminar” curricular unit during the 1st year of the PRODEF, involving the supervisor(s). It was approved by FEUP scientific council, following Porto University 3rd cycle regulations.

The PhD work programme, presents the detailed plan for the thesis, with specific milestones. It must include outcomes, e.g. in terms of papers and include time for thesis writing. The work programme should include transferable skills.

The work programme should be followed, under the supervision of the thesis supervisor(s). It can evolve with new results by the ESR or others and new opportunities. The evolution of the work programme and career development plan activities must be reported yearly in written and oral reports to the PRODEF scientific commission (cf. Teaching methodologies).

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

Os conteúdos programáticos—o programa de trabalhos do doutoramento—são específicos de cada ICC e podem evoluir durante a tese, mediante avaliação crítica do conselho científico do PRODEF.

Um aspeto central dos conteúdos programáticos é a existência de um plano para alcançar o objectivo central

da tese, nomeadamente o objetivo d)(cf. tabela 6.2.1.4 supra).O estado da arte na preparação do plano, e que é abordado nos relatórios de progresso, tem o objectivo de assegurar a devida importância e originalidade necessárias do plano proposto.O plano inclui ainda metas intermédias e resultados a apresentar em termos de publicações em sistema de revisão por pares, que garantem uma certificação acrescida da investigação realizada.

Outro objetivo relevante é o ponto f)(cf. tabela 6.2.1.4 supra)que tem resposta tanto em termos de comunicações em seminários,workshops e conferências como em competências transferíveis em comunicação oral e escrita disponibilizada aos estudantes de doutoramento da FEUP.

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

The syllabus -- the PhD workprogramme -- is individual to each ESR and can evolve during the thesis subject to critical reviewing by the PRODEF scientific council.

A central aspect of the syllabus is to have a plan to reach the central goal of the thesis, namely objective d) (cf. table 6.2.1.4 above). The state-of-the-art that prepares the plan, and is yearly addressed in the progress reports, has the goal of ensuring that the required significance and originality of the proposed plan make sense. Intermediate milestones are present in the plan as well as deliverables in terms of paper in refereed journals, which provide added certification of the research undertaken.

Another relevant objective is objective f) (cf. table 6.2.1.4 above) which is addressed both in terms of communication in seminars, workshops and conferences as well as in transferable skills in oral and written communication offered to FEUP PhD students.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Atividades individuais e em colaboração por parte do ICC,com supervisão,de acordo com o plano de trabalhos,integrado numa unidade da FCT.

O ICC deve participar em "journal clubs",seminários,ações, workshops e conferências.Trabalho apresentado oralmente ou poster em conferências internacionais e publicado no índice ISI Proceedings/publicações de revisão por pares.Competências transferíveis devem estar também previstas.

A estrutura do relatório de progresso anual é:

1.Descrição da investigação|1.1 Perspetiva geral dos principais objetivos;1.2 Abordagem proposta;1.3 Síntese de novos resultados da pesquisa bibliográfica e da investigação

2.Relatório de progresso|2.1 Principais resultados;2.2 Futuros desenvolvimentos;2.3 Plano de trabalhos restante;2.4 Autoavaliação;2.5 Financiamento;2.6 Planos de emprego

Apêndice|Publicações e patentes;Apresentações;Reuniões;Atividades extracurriculares

A tese e representação pública serão avaliados de acordo com os regulamentos da UP(3º ciclo de estudos)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Individual and collaborative activities of the ESR under supervision, according to the PhD work programme, integrated in a FCT unit.

The ESR is expected to participate in journal clubs, seminars, schools, workshops and conferences. The ESR work must be presented orally or in poster in international conferences, and published in ISI proceedings/peer reviewed journals. Transferable skills activities should also be foreseen.

The yearly "Progress Report" structure is:

1. Research description | 1.1 Overview of main goals; 1.2 Proposed approach; 1.3 Summary of new literature and research findings

2. Progress report | 2.1 Main achievements; 2.2 Future developments; 2.3 Estimated work-plan for the remaining PhD time; 2.4 Self-evaluation; 2.5 Funding; 2.6 Plans for employment

Appendix | Publications and patents; Presentations; Meetings; Extracurricular activities

The thesis manuscript and its public presentation will be evaluated following the 3rd cycle Porto University regulations.

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

A capacidade de compreensão sistemática de um campo de estudo científico é obtida através da leitura crítica de literatura da área e da interação com investigadores numa ampla variedade de contextos (por ex.º em conferências).

As capacidades, competências e métodos de investigação associados a uma área da Engenharia Física são adquiridos sobretudo através de investigação individual supervisionada sobre o tema da tese e, em menor grau, através de interações de colaboração e outras na unidade de investigação ou em conferências.

A capacidade para conceber, projetar, adaptar e realizar investigação significativa de acordo com os requisitos impostos pelos padrões de qualidade e integridade académica é alcançada através de investigação individual supervisionada. Anualmente, a FEUP disponibiliza sessões sobre a ética na investigação que complementam os aspetos da integridade.

A capacidade para analisar, avaliar e sintetizar de forma crítica ideias novas e complexas é alcançada através de investigação individual supervisionada e pela apresentação de resultados em conferências, publicações e na tese.

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

The ability to systematically understand a scientific field of study is obtained by critically reading the literature of the field and interacting with researchers in a wide variety of environments (e.g. in conferences).

The competencies, skills and methods of research associated with an area of Physics Engineering are acquired by mainly by supervised individual research in the topic of the thesis and to a lesser extent by collaborative and other interactions in the research unit or conferences.

The ability to conceive, design, adapt and perform significant research respecting the requirements imposed by the standards of academic quality and integrity is achieved by supervised individual research. Lectures on research ethics are yearly available at FEUP complementing integrity aspects.

The capacity to critically analyse, evaluate and synthesise new and complex ideas is achieved by supervised individual research and by presenting the results in conferences, journals and thesis.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia específica relevante para cada tema de tese de doutoramento, incluindo, por exemplo, monografia avançada, servidores de informação, patentes, artigos técnicos em conferências e publicações especializadas. / Specific bibliography relevant to each PhD thesis theme, including e.g. advanced monographs, information servers, patents, refereed conference proceedings and journals.

Bibliografia complementar: / Complementary bibliography:

Estelle M. Phillips, Derek S. Pugh; How to get a PhD, 2005, ISBN: 978-0-335-21684-6

The European Charter for Researchers, 2005, European Commission, available at

<http://www.europa.eu.int/eracareers/europeanchart>

On Being a Scientist: A Guide to Responsible Conduct in Research, National Academies Press, 2009. ISBN: 978-0309119702 (Free copy can be downloaded from NAP press.)

Peter J. Feibelman; A PhD Is Not Enough!: A Guide to Survival in Science, Basic Books; Second Edition edition, 2011. ISBN: 978-0465022229

6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem

6.3.1. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem das unidades curriculares.

O CE está organizado em: a) Seminário de Investigação; b) u.c.s optativas; c) Tese. O Seminário de Investigação pretende o conhecimento do estado da arte de uma área e a definição do plano de tese. As UC's optativas têm como objetivo o reforço da especialização em áreas relevantes, mas mais gerais. Finalmente, a Tese tem como objetivo a realização de investigação original que avance o estado da arte.

No Seminário de Investigação destaca-se como metodologia e didática a bibliografia crítica que define o estado da arte, assim como a orientação tutorial na definição e planeamento do tema de tese. São também importantes as metodologias ligadas às competências transversais.

Nas UC's optativas têm lugar metodologias standard como a orientação tutorial, consolidação de conhecimentos através de trabalhos e projetos e também a leitura e discussão de artigos científicos relevantes.

Na Tese destaca-se o trabalho individual de investigação, sob supervisão, integrado numa unidade de investigação.

6.3.1. Suitability of methodologies and didactics to the learning outcomes of the curricular units.

The cycle of studies is organised as follows: a) Research Project Seminar; b) Optional CUs; c) Thesis. The Research Seminar aims to know the state-of-the-art in a specific area and to define a thesis plan. The objective of the optional CUs is the specialisation in relevant areas that are broader. Finally, the Thesis aims to carry out original research that takes the state-of-the-art forward.

In the Research Seminar, the main methodology and didactics are the critical bibliographical analysis to define the state-of-the-art, as well as tutorial guidance in the definition and planning of the thesis theme. Methodologies related to transversal skills are also important.

In the optional CUs, standard methodologies are used, such as tutorial guidance, consolidation of knowledge by means of assignments and projects, and also reading and discussion of relevant scientific papers.

In the Thesis, emphasis is given to individual research work, under supervision, developed within a research unit.

6.3.2. Formas de verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.

Os docentes planificam nas fichas da UC's as atividades(aulas,trabalhos,estudo individual,avaliação,etc.),a calendarização e a estimativa de carga de trabalho de cada atividade(por forma a totalizar o nº de ECTSx27h).Esta quantificação é realizada em concordância com Regulamento UP, onde 1 ECTS corresponde a 27h de trabalho do estudante.

A maioria das UC's tem componentes importantes de orientação tutorial,sendo a interação semanal com o docente utilizada para aferir a razoabilidade e conformidade da carga de trabalho individual em relação aos ECTS da UC.

No final do semestre,os regentes de cada UC elaboram um relatório onde comentam a adequação ao trabalho exigido.

É ainda efetuado um inquérito aos estudantes,via SIGARRA,onde estes podem exprimir as suas opiniões sobre o trabalho exigido pelas UC's.No entanto,dada a dimensão do CE este inquérito tem pouco impacto.

Os estudantes são também formalmente auscultados através da CA e informalmente através de reuniões individuais com o DCE.

6.3.2. Means to check that the required students' average work load corresponds the estimated in ECTS.

In the UCs' forms, teachers plan the activities(lectures,assignments,individual study,exams,etc.), the schedule and the estimated workload for each activity(totalling the no.of ECTS x 27h). This quantifications is performed following UP's Regulation, which states that 1ECTS corresponds to 27 hours of student work.

Most CUs have a major tutorial component, and the weekly interaction with the teacher is also useful to evaluate if the individual workload is reasonable and in accordance with the ECTS of the UC.

At the end of each semester,the coordinators of each CU draw up a report commenting on its suitability for the work required.

An educational survey for students is also carried out via the SIGARRA system where they can express their opinions about the work required by the CUs.However,given the dimension of the CS,this survey has little impact.

Students are also formally heard the Monitoring Committee(MC) and informally heard in the individual meetings with the Director of the CS.

6.3.3. Formas de garantir que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

A avaliação consta das fichas das UC's preparadas pelos regentes e aprovadas pelo Diretor do CE, que verifica a sua articulação com os objetivos de aprendizagem.

Os objetivos da UC de Seminário de Investigação são avaliados pela monografia e por uma apresentação pública oral no "PRODEF Day". A monografia é comunicada à Comissão Científica do PRODEF previamente à apresentação oral. A avaliação é feita pelos docentes da UC que inclui o Diretor do CE e os orientadores.

Os objetivos das UC's de opção são avaliados essencialmente por trabalhos independentes e exame.

Em todas as UC's a componente contínua é importante, dada a orientação tutorial, havendo feedback informal ao estudante.

A UC de Tese é regulamentarmente avaliada em provas públicas. Uma autoavaliação é formalmente incluída sob a forma de relatório de progresso anual. Durante a frequência uma avaliação informal tem lugar quer pelo feedback do(s) orientador(es) quer na aceitação de artigos em revistas/conferências.

6.3.3. Means to ensure that the students learning assessment is adequate to the curricular unit's learning outcomes.

The evaluation is defined in the CU forms prepared by the coordinators and approved by the DCS, who verifies its adequacy to the learning objectives.The objectives of the Research Seminar are evaluated by means of a monograph and its public oral presentation on"PRODEF Day". The monograph is submitted to the PRODEF Scientific Committee prior to its oral presentation.Evaluation is done by the UC's teachers,including the DCS and tutors.The objectives of the optional CUs are assessed by means of independent work carried out and examination.Given the tutorial guidance,the continuous component of the assessment is important in all CUs,with informal feedback to the student.The Thesis is regularly assessed in public examinations.A self-assessment is formally included in the form of an annual progress report.During the period of the CU,an informal evaluation takes place either by means of feedback from the tutor(s)or through the publication of articles/participation in conferences.

6.3.4. Metodologias de ensino que facilitam a participação dos estudantes em atividades científicas.

Na UC de Seminário de Investigação uma forte componente de procura e crítica bibliográfica tem lugar, expondo o estudante ao estado da arte do tema da tese. Por outro lado, competências transversais de relevância científica como é o caso da escrita de artigos científicos podem ser exploradas. Finalmente, o planeamento científico é abordado na definição do plano de tese.

Nas UC's de opção alguns dos trabalhos podem envolver investigação preliminar ou leitura de artigos.

A UC Tese é o centro da atividade científica do estudante sobre várias vertentes, desde a investigação individual, à interação com o grupo/unidade de investigação, à interação internacional em conferências/escolas e em projetos internacionais relacionados com a Tese.

Os estudantes frequentam ainda o ciclo de seminários do PRODEF e têm contacto com a investigação dos colegas no "PRODEF Day". É incentivada a frequência de seminários relevantes na U.Porto.

6.3.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities.

The Research Seminar CU has a strong component of bibliographic search and critical analysis so that the student can become aware of the state-of-the-art in the thesis theme. On the other hand, transversal skills of scientific relevance, such as writing scientific articles, can be explored. Finally, scientific planning is drawn when defining the thesis plan.

In the optional CUs, some assignments may entail preliminary research or the reading of articles/papers.

The Thesis CU is the core of the student's scientific activity on various aspects, from individual research to the interaction with the research group/unit, and international interaction in conferences/schools as well as international projects related to the Thesis.

Students also attend the PRODEF cycle of seminars and have contact with the research developed by their colleagues on "PRODEF Day". Attendance of relevant U.Porto seminars is encouraged.

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	0	0
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	0	0	0
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	0	0
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	0
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	1	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.

O sucesso escolar, no que diz respeito às unidades curriculares, é de 100% dos estudantes avaliados em todas as u.c's.

Os dois estudantes que se encontram no último ano do doutoramento estão neste momento a escrever e a preparar a defesa de tese, tendo já completado a componente de investigação propriamente dita. São estudantes com bolsas FCT que terminam no presente ano letivo.

7.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

The academic success regarding the CUs is of 100% of the students evaluated in all CUs.

The two students who are in the last year of the doctoral programme are presently writing their theses and preparing the defence, having already completed the research component. These students have FCT grants that end this academic year.

7.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de ações de melhoria do mesmo.

A monitorização do progresso dos estudantes no seu doutoramento, e respetivas ações de melhoria, é feita a partir:

a) da aprovação do projeto de tese, através de monografia e de provas públicas durante o "PRODEF day". Esta aprovação ocorre no final da u.c. de Seminário de Projeto de Investigação, 12 meses após ingresso no PRODEF;

b) anualmente via relatórios de progresso e apresentações orais públicas no "PRODEF day". Os estudantes e orientadores recebem feedback por parte do Diretor e Comissão Científica do ciclo de estudos.

7.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

Progress monitoring of the students' doctoral programme and corresponding improvement measures are done based on the:

- a) approval of the thesis project, through the monograph and public examinations during "PRODEF day". This approval occurs at the end of the "Research Project Seminar" CU, 12 months after admission to PRODEF;*
- b) yearly progress reports and public oral presentations on "PRODEF day".*

The students and the supervisors receive feedback from the Director and the Scientific Committee of the cycle of studies.

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).**

Os docentes do PRODEF estão integrados nos seguintes Centros de Investigação da área da Física e Engenharia dos Materiais:

- a) Centro de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra; Classificação FCT 2013: Em reavaliação (1 docente)*
- b) Centro de Física da Universidade de Coimbra; Classificação FCT 2013: Suficiente (1 docente)*
- c) Centro de Física das Universidades do Minho e do Porto; Classificação avaliação FCT 2013: Bom (3 docentes)*
- d) Centro Multidisciplinar de Astrofísica; Classificação FCT 2013: Muito Bom (1 docente)*
- e) Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear; Classificação FCT 2013: Excecional (3 docentes)*

Dada a natureza interdisciplinar das atividades em Engenharia Física, dois estudantes e respetivos orientadores estão integrados nas unidades:

- a) Laboratório Associado INESC-TEC; Classificação FCT 2013: Excelente*
- b) Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica; Classificação FCT 2013: Muito Bom (via INEGI).*

7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark (if applicable).

PRODEF teachers are integrated in the following Research Centres in the area of Materials Physics and Engineering:

- a) Centre for Mechanical Engineering of the University of Coimbra (CEMUC); FCT's rating 2013: under re-evaluation (1 teacher)*
- b) Centre for Physics of the University of Coimbra; FCT's rating 2013: Sufficient (1 teacher)*
- c) Centre for Physics of the Minho and Porto Universities; FCT's rating 2013: Good (3 teachers)*
- d) Multidisciplinary Centre for Astrophysics; FCT's rating 2013: Very Good (1 teacher)*
- e) Institute for Plasma Research and Nuclear Fusion; FCT's rating 2013: Exceptional (3 teachers)*

Given the interdisciplinary nature of the activities in Physics Engineering, two students and their supervisors are integrated in the following units:

- a) INESC-TEC associated laboratory; FCT's rating 2013: Excellent*
- b) Associated Laboratory for Energy, Transportes and Aeronautics (LAETA); FCT's rating 2013: Very Good (via INEGI).*

7.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, relevantes para o ciclo de estudos.

<http://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/621f1c13-dc59-9fd7-a82d-562a39912441>

7.2.3. Mapa-resumo de outras publicações relevantes, designadamente de natureza pedagógica:

<http://a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/621f1c13-dc59-9fd7-a82d-562a39912441>

7.2.4. Impacto real das atividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.

As atividades desenvolvidas pelos estudantes deste ciclo de estudos podem, por vezes, ter o potencial de serem transformadas em oportunidades de negócio ou transferência do conhecimento para o tecido empresarial já existente. O corpo docente do PRODEF tem registado patentes, sobretudo na área dos materiais. Por outro lado a dinâmica empreendedora dos estudantes da FEUP está bem evidente na elevada participação em concursos de ideias de negócio e na criação de empresas de base tecnológica (mais de 40% das empresas incubadas no UPTEC foram fundadas por estudantes de graduação e pós-graduação da FEUP).

Apesar da dimensão do ciclo de estudos não poder permitir ainda tirar fortes conclusões é proposta na reformulação curricular (cf. seção 10.) a inclusão de uma u.c. de Empreendedorismo. Por outro lado a participação do DFA/FCUP e de outros departamentos da FEUP na reformulação curricular reforçará este aspeto.

7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.

The activities developed by the students of this cycle of studies may occasionally have the potential to be transformed into knowledge transfer or business opportunities to the existing business community. PRODEF teaching staff has registered patents, mainly in the materials area. On the other hand, the entrepreneurial dynamics of FEUP's students is clearly seen on the high levels of participation in business idea competitions and on the creation of technology-based companies (over 40% of the companies incubated at UPTEC were founded by graduate and post-graduate students of FEUP).

Even though the dimension of the cycle of studies does not yet allow drawing strong conclusions, the curricular reformulation (cf. section 10.) proposes the inclusion of an Entrepreneurship CU. On the other hand, the participation of the DFA/FCUP and other departments of FEUP in the curricular reformulation will reinforce this aspect.

7.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.

Os docentes do PRODEF estão integrados em vários projetos nacionais e internacionais. Ao nível nacional esta participação é de alto nível incluindo a liderança de projetos FCT, dos quais destacamos:

- a) Materiais: EXPL/EMS-ENE/2315/2013 | PI Joana Oliveira; PTDC/CTM-ENE/1585/2012 e PTDC/CTM/099461/2008 | PI Maria Helena Braga; PTDC/EME-TME/103845/2008 | PI Maria José Marques.*
- b) Ciências do espaço: PTDC/CTE-AST/098034/2008 e PTDC/CTE-AST/116561/2010 | PI Paulo Garcia.*

A nível internacional destacamos a participação em projetos europeus

- a) Plasmas: FU07-CT-2007-00062 | PI da organização portuguesa Francisco José Baptista Salzedas.*
- b) Ciências do espaço: Agreement nº 226604 e Agreement nº312430 | PI da FEUP Paulo Garcia.*

Por outro lado são relevantes a participação em consórcios ou infra-estruturas que não estão diretamente associadas a financiamentos:

- a) European Energy Research Alliance (EERA);*
- b) JET – Joint European Torus*
- c) GRAVITY para o European Southern Observatory*

7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.

PRODEF teachers are integrated in several national and international projects. At a national level, this is a high-level participation, including the leadership of FCT projects, of which we highlight the following:

- a) Materials: EXPL/EMS-ENE/2315/2013 | PI Joana Oliveira; PTDC/CTM-ENE/1585/2012 and PTDC/CTM/099461/2008 | PI Maria Helena Braga; PTDC/EME-TME/103845/2008 | PI Maria José Marques.*
- b) Space Science: PTDC/CTE-AST/098034/2008 and PTDC/CTE-AST/116561/2010 | PI Paulo Garcia.*

At an international level, we highlight the participation in European projects

- a) Plasmas: FU07-CT-2007-00062 | PI of the Portuguese organisation Francisco José Baptista Salzedas.*
- b) Space Science: Agreement nº 226604 and Agreement nº312430 | PI of FEUP Paulo Garcia.*

On the other hand, we must highlight the participation in consortia or infrastructures that are not directly connected to funding:

- a) European Energy Research Alliance (EERA);*
- b) JET – Joint European Torus*
- c) GRAVITY for the European Southern Observatory*

7.2.6. Utilização da monitorização das atividades científicas, tecnológicas e artísticas para a sua melhoria.

As unidades de investigação realizam relatórios científicos anuais que submetem à FCT onde são especificados os objetivos e os resultados atingidos, os indicadores de produtividade e os objetivos a serem

atingidos no ano seguinte.

Cada unidade tem uma Comissão Externa Permanente de Aconselhamento Científico composta por especialistas de renome. Essa Comissão analisa regularmente o funcionamento da unidade, emite parecer sobre os planos, os relatórios de atividades e sobre o orçamento.

Periodicamente as unidades são submetidas a um processo de avaliação pela FCT, que estabelece uma classificação e os montantes de financiamento ao abrigo do Programa de Financiamento Plurianual. Os resultados das análises aos relatórios anuais e das avaliações efetuadas pela FCT são discutidos com o objetivo de melhorar e definir novas metas estratégicas.

À escala do PRODEF os estudantes realizam relatórios de progresso anuais que referem a sua produção científica e integração em projetos e unidades.

7.2.6. Use of scientific, technological and artistic activities' monitoring for its improvement.

Research units draw up annual reports that are submitted to FCT specifying the achieved objectives and results, the productivity indicators and the objectives for the following year.

Each unit has a Permanent External Committee for Scientific Advice made up of renowned experts. This Committee regularly reviews the functioning of the research unit and issues an opinion on the plans, the activity reports and the budget.

Research units are periodically subject to an assessment by FCT, which rates them and establishes the funding amounts under the Multi-annual Funding Programme. The results of the annual reports reviews and of the FCT's assessments are discussed in order to improve and set new strategic goals.

At the scale of PRODEF, students write annual progress reports referring their scientific production and integration in projects and 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.

Os docentes e estudante do PRODEF têm registado patentes, que destacamos:

- a) Joana Oliveira, "Externally activated thermal switch", Pedido Provisório de Patente Portuguesa - UPIN PAT. 214/15*
- b) John B. Goodenough, M. H. Braga, J. A. Ferreira, Preetam Singh "Water solvated glass/amorphous solid ionic conductors " USA provisional patent 2015*
- c) Helena Braga, Jorge A. Ferreira e Andrew J. Murchison "An electrochemical solid carbon-sulfur Li-ion based device" e "An electrochemical solid carbon-sulfur Na-ion based device" provisional patents submitted in Portugal, 201*
- d) Helena Braga and Jorge A. Ferreira, "A solid electrolyte glass for lithium or sodium ions conduction. Provisional patent (PCT/IB2015/051440)*
- e) Yusheng Zhao, Luc Louis Daemen e Maria Helena Braga, "Anti-Perovskite Solid Electrolyte Compositions". International patent pending WO2012/112229*

O PRODEF participou também ativamente no primeiro Congresso Doutoral de Engenharia onde várias sessões envolviam empresas.

7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training in the main scientific area(s) of the study programme.

PRODEF teachers and students have registered patents, which we highlight:

- a) Joana Oliveira, "Externally activated thermal switch", provisional patents submitted in Portugal-UPIN PAT.214/15*
- b) John B. Goodenough, M. H. Braga, J. A. Ferreira, Preetam Singh "Water solvated glass/amorphous solid ionic conductors" USA provisional patent 2015*
- c) Helena Braga, Jorge A. Ferreira and Andrew J. Murchison "An electrochemical solid carbon-sulfur Li-ion based device" and "An electrochemical solid carbon-sulfur Na-ion based device" provisional patents submitted in Portugal, 201*
- d) Helena Braga and Jorge A. Ferreira, "A solid electrolyte glass for lithium or sodium ions conduction. Provisional patent (PCT/IB2015/051440)*
- e) Yusheng Zhao, Luc Louis Daemen and Maria Helena Braga, "Anti-Perovskite Solid Electrolyte Compositions". International patent pending WO2012/112229*

PRODEF also had an active participation in the first Doctoral Congress in Engineering with several sessions involving the participation of companies.

7.3.2. Contributo real dessas atividades para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica, e a ação cultural, desportiva e artística.

A ação empreendedora dos estudantes da FEUP resulta muitas vezes na criação de empresas de base tecnológica. Cerca de 47% das empresas incubadas no Parque de Ciência e Tecnologia da UP (UPTEC) foram fundadas por estudantes de graduação e pós-graduação da FEUP (segundo dados recolhidos em maio de 2014 o UPTEC tem um universo de 171 empresas start-up, responsáveis por cerca de 1200 postos de trabalhos, dos quais 90% correspondem a pessoas com graduação ou pós-graduação).

Promover e estimular a ligação entre a FEUP e a Indústria nacional e internacional é uma das prioridades da política estratégica da FEUP. Em 2015, foi constituída a Comissão de Ligação à Indústria da FEUP, cujo objetivo é estreitar o relacionamento com empresas e organizações em vários setores de atividade e identificar oportunidades de colaboração em Investigação e Inovação. Todos os Departamentos estão representados, em particular, 1 elemento do departamento (DEF), docente do PRODEF e membro da sua CA, o Prof. Carlos Pintassilgo.

7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.

The entrepreneurial action of FEUP's students often results in the creation of technology-based companies. About 47% of the companies incubated at the Science and Technology Park of University of Porto (UPTEC) were founded by graduate and post-graduate students of FEUP (according to data collected in May 2014, UPTEC has a universe of 171 start-up companies, providing around 1200 jobs, of which 90% are people with a graduate or post-graduate degree).

One of FEUP's strategic policy priorities is to promote and stimulate the link between FEUP and the national and international industry. In 2015, FEUP's Industry Liaison Committee was created with the aim to strengthen the relationships with companies and organisations in several activity sectors and to identify opportunities for future collaboration on Research and Innovation. All the Departments are represented, in particular an element from the Department of Physics Engineering, PRODEF teacher and member of its MC, Professor Carlos Pintassilgo.

7.3.3. Adequação do conteúdo das informações divulgadas ao exterior sobre a Instituição, o ciclo de estudos e o ensino ministrado.

A divulgação ao exterior da instituição, o ensino ministrado e o ciclo de estudos é realizada sobretudo através do website da FEUP (onde podem ser recolhidas informações específicas sobre cada um dos ciclos de estudos). A FEUP dispõe também de alguns materiais impressos, como uma brochura sobre formação pós-graduada, em língua portuguesa, e uma brochura e desdobrável em inglês destinados a estudantes e parceiros internacionais. Na divulgação da FEUP são utilizadas ainda plataformas internacionais online, como o "Study Portals" e são conduzidas pontualmente algumas campanhas de publicidade em media nacionais. As redes sociais como o Facebook, o LinkedIn, o Youtube e o ISSUU desempenham também um papel cada vez mais preponderante na nossa comunicação.

O ciclo de estudos tem ainda um website próprio em língua inglesa: <http://fe.up.pt/prodef> onde é apresentada informação sobre as estrutura curricular, áreas de investigação, equipa docente, rede de colaborações e procedimentos de candidatura.

7.3.3. Suitability of the information made available about the institution, the study programme and the education given to students.

Information to the public, teaching contents and cycles of studies available are publicised mainly via FEUP's website (where specific information about each cycle of studies can be found). FEUP also offers some printed materials, such as a leaflet on postgraduate training (in Portuguese) and also a leaflet and a flyer for international students and partners (in English). FEUP's dissemination is also made through online international platforms, such as "Study Portals", and some occasional marketing campaigns on national media. Social networks such as Facebook, LinkedIn, Youtube and ISSUU also play an increasingly important role in or communication strategy.

The cycle of studies also has its own website in English:

<http://fe.up.pt/prodef>

Information on the curricular structure, research areas, teaching staff, collaboration networks and application procedures can be found.

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

%

60

programme

Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in) 20

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) 10

Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of teaching staff in mobility (out) 0

8. Análise SWOT do ciclo de estudos

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

1. *Ciclo de estudos associado à existência de um Departamento de Engenharia Física, que atua como foco da área e potencia ligações a outros departamentos da FEUP.*
2. *O plano de estudos do PRODEF é de espectro largo e devidamente estruturado.*
3. *O ciclo de estudos apresenta sustentabilidade financeira, reforçada pelo apoio financeiro do Departamento de Engenharia Física.*
4. *A maioria dos docentes do ciclo de estudos está integrada em unidades FCT com classificação Excepcional, Excelente ou Muito Bom, na última e/ou penúltima avaliações da FCT.*
5. *As teses são realizadas em colaboração com unidades da FEUP, em colaborações nacionais ou inseridas em consórcios internacionais.*
6. *O PRODEF co-organizou em 2015 o primeiro Simpósio Doutoral de Engenharia Física em Portugal, que teve lugar na FEUP, com 42 submissões e 50 participantes. Este Simpósio esteve integrado no Congresso Doutoral de Engenharia.*
7. *São implementados procedimentos de acompanhamento do trabalho de tese, seguindo as melhores práticas do terceiro ciclo.*
8. *O ciclo de estudos organiza anualmente os “PRODEF days”, um workshop onde todos os estudantes de doutoramento apresentam o seu trabalho em curso e os estudantes de Seminário de Investigação apresentam o seu plano de tese.*
9. *O PRODEF integra a rede de Doutoramento da FCT IDPASC.*
10. *Os docentes do programa doutoral têm várias colaborações que permitem a ligação com outros laboratórios de investigação, além das unidades, no país e estrangeiro.*
11. *O plano de estudos do PRODEF permite a colaboração com programas de doutoramento existentes na FEUP, na Universidade do Porto, nacional e internacional.*
12. *O prestígio e visibilidade nacional e internacional da FEUP, na área de engenharia, e sua colocação nos rankings internacionais, no testemunho dos seus estudantes.*
13. *O ciclo de estudos encontra-se inserido na UP e FEUP beneficiando dos serviços e estruturas da FEUP e da UP.*
14. *Existe uma forte motivação, vontade e empenho dos docentes do Departamento de Engenharia Física em lecionar e manter o PRODEF.*
15. *Os docentes do PRODEF têm várias especializações cobrindo diferentes áreas.*
16. *Os estudantes de doutoramento que realizam apoio ao serviço docente são contratados como assistentes convidados a tempo parcial, permitindo ainda o desenvolvimento de experiência docente.*
17. *Os docentes são responsáveis por instrumentação que pode ser instalada em espaços de laboratório.*

8.1.1. Strengths

1. *The cycle of studies is associated to the existence of a Department of Physics Engineering, which acts as a focus in the area and fosters connections to other departments at FEUP.*
2. *PRODEF is a properly structured broadband study plan.*
3. *The cycle of studies has financial sustainability, reinforced by the financial support of the Department of Physics Engineering.*
4. *Most of the teachers of this cycle of studies are integrated in FCT units with a rating of Exceptional, Excellent or Very Good in the last and/or penultimate FCT assessments.*
5. *The theses are prepared in collaboration with FEUP's units, in collaborations at a national level or within international consortia.*
6. *In 2015, PRODEF jointly organized the first Doctoral Symposium in Physics Engineering ever held in Portugal. It took place at FEUP, with 42 submissions and 50 participants, and it was integrated in the Doctoral Congress in Engineering.*
7. *There are procedures implemented for the supervision of the thesis work which follow the best practices for 3rd cycle studies.*
8. *The cycle of studies annually organizes “PRODEF days”, a workshop where all PhD students present their work in progress and the Research Project Seminar students present their theses plan.*
9. *PRODEF takes part in the Doctoral Programme FCT IDPASC.*
10. *The teachers of the doctoral programme have several collaborations that allow the connection with other*

research laboratories, apart from the units, both in Portugal and abroad.

11. PRODEF study plan allows the collaboration with other doctoral programmes at FEUP, and at University of Porto, both at a national and an international level.

12. FEUP's national and international prestige and visibility in the area of engineering, and the position it holds in international rankings, as well as its students' testimonies.

13. The cycle of studies is included both at UP and FEUP, benefitting from the services and structures of these two institutions.

14. There is a strong motivation, will and commitment from the teachers of the Department of Physics Engineering to teach at and keep PRODEF.

15. PRODEF teachers have various specialisations that cover different areas.

16. PhD students that support teaching service are hired as part-time guest lecturers which allow them to develop teaching experience.

17. The teachers are responsible for instrumentation that can be installed in laboratory spaces.

8.1.2. Pontos fracos

1. O ciclo de estudos está baseado num Departamento de Engenharia Física jovem e de pequena dimensão, com a consequente falta de estruturação dos espaços físico (gabinetes, laboratórios, etc.) e pouca visibilidade na FEUP.

2. As atividades de investigação em engenharia física não resultam diretamente de laboratórios do Departamento de Engenharia Física.

3. Não existe na FEUP um ciclo de estudos prévio que "alimente" o PRODEF, não existindo também procura por parte de estudantes de outros mestrados da FEUP.

4. A massa crítica de docentes é abaixo da necessária para apoiar as várias áreas do programa doutoral.

5. Parte do corpo docente do PRODEF não realiza investigação significativa, não sendo investigador integrado segundo as regras da FCT.

6. Parte do corpo docente do PRODEF tem reduzida experiência na orientação de estudantes de doutoramento.

7. O PRODEF é pouco conhecido no panorama nacional de doutoramentos na área.

8. Não existe um ciclo regular de seminários de presença obrigatória para os estudantes do ciclo de estudos.

9. O número estudantes inscritos, de teses concluídas e a captação de novos estudantes são reduzidos.

10. O programa apresenta ainda uma pequena ligação à indústria nacional e internacional.

8.1.2. Weaknesses

1. The cycle of studies is based in a relatively recent and small Department of Physics Engineering, with the consequent lack of facilities structuring (offices, laboratories, etc.) and little visibility at FEUP.

2. The research activities in Physics Engineering do not directly result from the laboratories of the Department of Physics Engineering.

3. There is no previous cycle of studies at FEUP that "feeds" PRODEF, and there is also no demand from students of other masters at FEUP.

4. The critical mass of teachers is below the needs to support the several areas of the doctoral programme.

5. Part of PRODEF teaching staff does not carry out significant research and thus is not an integrated researcher according to FCT regulations.

6. Part of PRODEF teaching staff has little experience in the tutorial guidance of PhD students.

7. PRODEF is not yet very well known in the national scene of doctoral programmes in this area.

8. There isn't a regular cycle of mandatory seminars for the students of the cycle of studies

9. The number of registered students, thesis completed and attraction of new students is reduced.

10. The programme still has little connection to the national and international industry.

8.1.3. Oportunidades

1. Colaboração a FCUP de modo a tornar o CE num Programa Doutoral em Engenharia Física conjunto, da U.Porto, aumentando a sua dimensão e qualidade.

2. Colaboração com outros departamentos da FEUP, reforçando áreas de interface da Engenharia Física como a instrumentação e materiais.

3. Estreitar ligações com o Mestrado Integrado em Engenharia Física, que poderia ser um ciclo FCUP-FEUP potenciando a procura do PRODEF.

4. Concorrer a financiamento para estudantes via programas doutorais da FCT, Norte 2020 e outras colaborações/fontes de financiamento.

5. Apoio da FEUP para a consolidação dos espaços físicos do Departamento de Engenharia Física e consequente criação de um laboratório de investigação.

6. O PRODEF encontra-se integrado no campus da Asprela, onde existem oportunidades de teses interdisciplinares em colaboração com a FEUP (Bioengenharia, Eletrotecnia, Materiais, Mecânica), FMUP (Medicina).

7. Acesso a laboratórios de investigação de outros departamentos da FEUP e de infra-estruturas laboratoriais da U.Porto.

8. Acesso potencial a estudantes na área de engenharia dos Mestrados Integrados da FEUP.

9. Proximidade a institutos de interface e grupos de investigação que desenvolvem investigação em engenharia no campus da FEUP.

10. A tendência para uma maior interdisciplinaridade na atividade científica requerendo formação em

engenharia física.

11. Captação de estudantes internacionais e nacionais aproveitando a visibilidade da FEUP e participação em grandes consórcios Erasmus.

12. Localização num país que apresenta um rácio atividade científica/custo de vida dos mais elevados da Europa atraindo estudantes estrangeiros.

13. Localização numa cidade que é um hub de ligações aéreas internacionais low cost.

8.1.3. Opportunities

1. Collaboration with FCUP (Faculty of Sciences, University of Porto) in view of transforming the CS into a joint Doctoral Programme in Physics Engineering of U.Porto, enhancing its dimension and quality.

2. Collaboration with other departments of FEUP, reinforcing interface areas of Physics Engineering, such as instrumentation and materials.

3. Forger closer links to the Master in Physics Engineering, which could be a FCUP-FEUP cycle of studies and increase the demand for PRODEF.

4. Apply for students' funding through FCT PhD Programmes, Norte 2020 and other collaborations/funding sources.

5. Support from FEUP to consolidate the facilities of the Department of Physics Engineering and consequent creation of a research laboratory.

6. PRODEF is integrated in the Asprela campus, where there are opportunities for interdisciplinary theses in collaboration with FEUP (Bioengineering, Electrical, Materials, Mechanics), and FMUP (Medicine).

7. Access to research laboratories from other departments at FEUP and laboratory infrastructures of U.Porto.

8. Potential access to engineering students from the different masters at FEUP.

9. Closeness to other interface institutes and research groups that carry out research in engineering at FEUP's campus.

10. The trend to a greater interdisciplinarity in scientific activity that requires training in physics engineering.

11. Attracting international and national students taking advantage of FEUP's visibility and participation in large Erasmus consortia.

12. Location in a country that has one of the highest scientific activity / cost of living ratios in Europa, attracting foreign students.

13. Location in a city that is a hub for low cost international air travel.

8.1.4. Constrangimentos

1. A política de propinas para estudantes internacionais apresenta custos muito elevados e não competitivos internacionalmente.

2. Redução de licenças sabáticas na FEUP prejudicando a capacidade de investigação de um corpo docente sobrecarregado com a lecionação de u.c.s propedêuticas do 1º ciclo.

3. O financiamento instável e em redução, quer para bolsas de doutoramento e programas doutorais da FCT, quer de um modo geral para a investigação nacional.

4. A diluição da FEUP, do DEF e do PRODEF no seio da U.Norte.

5. Uma população de estudantes candidatos a doutoramentos na área das ciências exatas em franca diminuição.

6. Uma grande oferta de programas doutorais em Engenharia Física no país e estrangeiro, de maior dimensão e qualidade.

7. O mercado de trabalho nacional não reconhece ainda o valor de uma formação de 3º ciclo e não é receptivo à contratação de doutorados.

8. As implicações da atual conjuntura económica e social na quantidade e qualidade das candidaturas em futuras edições do PRODEF.

9. Impossibilidade de renovação do corpo docente, motivada pelos fortes constrangimentos à contratação de docentes nas Universidades.

8.1.4. Threats

1. The tuition fees policy for international students has very high costs, which are not competitive internationally.

2. Reduction of sabbaticals at FEUP, compromising the research capacity of a teaching body that is overloaded with teaching 1st cycle introductory CUs.

3. Instable and decreasing funding, both for PhD scholarships and FCT's PhD Programmes, and for national research in general.

4. The dilution of FEUP, DEF (Department of Physics Engineering) and PRODEF within U.Norte.

5. A substantially decreasing population of students that apply for doctoral programmes in the area of exact sciences.

6. A large selection of larger and better doctoral programmes in Physics Engineering both in Portugal and abroad.

7. The national labour market still does not recognise the value of a 3rd cycle degree and is not receptive to hiring doctorates.

8. The implications of the current social and economic climate in the quantity and quality of applications in future editions of PRODEF.

9. Inability to renew the teaching staff motivated by the strong constraints universities face in the hiring of new teachers.

9. Proposta de ações de melhoria

9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

9.1.1. Ação de melhoria

Ação de melhoria 1 | Reformulação curricular do PRODEF incluindo o Departamento de Física e Astronomia da FCUP outros departamentos da FEUP (Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores e Departamento de Engenharia Metalúrgica e dos Materiais). Esta reformulação é proposta no ponto 10. do presente dossier.

Esta ação ataca os pontos fracos 1; 2; 3; 4; 5; 6; 9 e 10.

9.1.1. Improvement measure

Improvement measure 1 | Curricular reformulation of PRODEF that includes the Department of Physics and Astronomy of FCUP and other departments of FEUP (Department of Electrical and Computer Engineering and Department of Metallurgical and Materials Engineering). This reformulation is proposed in section 10. of this dossier.

This measure tackles weaknesses 1; 2; 3; 4; 5; 6; 9, and 10.

9.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

A prioridades desta medida é alta. A ação de melhoria 1 é preparada na presente avaliação da A3ES.

9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.

This measure has a high priority. Improvement measure 1 is prepared in the current A3ES assessment.

9.1.3. Indicadores de implementação

Ação de melhoria 1: a) data de implementação do ciclo de estudos conjunto; b) u.c.s em funcionamento; c) número de estudantes inscritos no ciclo de estudos conjunto; d) número orientadores do DFA dos estudantes do PRODEF.

9.1.3. Implementation indicators

Improvement measure 1: a) date of implementation of the joint cycle of studies; b) CUs running; c) number of students registered in the joint cycle of studies; d) number of supervisors of the Department of Physics and Astronomy (DFA) for PRODEF students.

9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

9.1.1. Ação de melhoria

Ação de melhoria 2 | Reformulação curricular do Mestrado Integrado em Engenharia Física, atualmente da responsabilidade do Departamento de Física e Astronomia da FCUP. Passando a incluir a unidade orgânica FEUP e a participação dos Departamentos de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Departamento de Engenharia Física e Departamento de Engenharia Metalúrgica e dos Materiais.

Esta ação ataca os pontos fracos 3 e 7;

9.1.1. Improvement measure

Improvement measure 2 | Curricular reformulation of the Master in Physics Engineering (MIEF), currently under the responsibility of the Department of Physics and Astronomy of FCUP. It will include FEUP's organic unit and the participation of the Department of Electrical and Computer Engineering, the Department of Physical Engineering, and the Department of Metallurgical and Materials Engineering.

This measure tackles weaknesses 3 and 7;

9.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

A prioridade desta medida é alta. A ação de melhoria 2 é preparada no atual ciclo de avaliação das formações de Física pela A3ES.

9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.

This measure has a high priority. Improvement measure 2 is prepared in the current assessment cycle of training in Physics carried out by A3ES.

9.1.3. Indicadores de implementação

Ação de melhoria 2: a) data de implementação do ciclo de estudos conjunto; b) número de estudantes inscritos no PRODEF com origem no MIEF.

9.1.3. Implementation indicators

Improvement measure 2: a) date of implementation of the joint cycle of studies; b) number of students registered in PRODEF that come from the MIEF.

9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

9.1.1. Ação de melhoria

*Ação de melhoria 3 | Criar um ciclo de seminários do PRODEF.
Esta ação ataca o ponto fraco 8.*

9.1.1. Improvement measure

*Improvement measure 3 | Creation of a PRODEF cycle of seminars.
This measure tackles weakness 8.*

9.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

A prioridade desta medida é alta. A ação de melhoria 3 é preparada já o ano letivo 2015/2016.

9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.

This measure has a high priority. Improvement measure 3 is prepared in academic year 2015/2016

9.1.3. Indicadores de implementação

Ação de melhoria 3: a) lista de seminários que tiveram lugar.

9.1.3. Implementation indicators

Improvement measure 3: a) list of seminars held.

9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

9.1.1. Ação de melhoria

*Ação de melhoria 4 | Anualmente o PRODEF será host de um evento (escola, workshop, congresso) para estudantes de doutoramento.
Esta ação ataca o ponto fraco 7.*

9.1.1. Improvement measure

*Improvement measure 4 | PRODEF will annually host an event (school, workshop, congress) for PhD students.
This measure tackles weakness 7.*

9.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

A prioridade desta medida é alta. A ação de melhoria 4 iniciou a sua implementação no ano letivo 2014/2015, estando já em curso.

9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.

This measure has a high priority. Improvement measure 4 began its implementation in academic year 2014/2015 and is now underway.

9.1.3. Indicadores de implementação

Ação de melhoria 4: a) lista dos eventos organizados, número de participantes externos à FEUP.

9.1.3. Implementation indicators

Improvement measure 4: a) list of events organised, number of participants from outside FEUP.

10. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

10.1. Alterações à estrutura curricular

10.1. Alterações à estrutura curricular

10.1.1. Síntese das alterações pretendidas

- 1) *Construção de um programa doutoral em Engenharia Física onde são potenciadas todas as competências existentes nesta área na UP e que se distribuem por duas das suas Escolas, nomeadamente a Faculdade de Ciências e a Faculdade de Engenharia, procurando deste modo oferecer aos seus estudantes a melhor formação em Engenharia Física que a UP pode proporcionar.*
- 2) *São removidas as anteriores unidades curriculares do ciclo de estudos, com exceção da u.c. "Tese" (que passa de 120 ECTS para 144 ECTS) e da u.c. "Opção UP" (6 ECTS) que é mantida.*
- 3) *São criadas as u.c.s obrigatórias (6 ECTS) de "Técnicas de Micro e Nanofabricação" e de "Empreendedorismo".*
- 4) *São criadas as u.c.s de opção (6 ECTS) "Aplicações tecnológicas de plasmas", "Lasers, Ótica e Fotónica", "Materiais para a recolha e armazenamento de energia", "Tecnologias de Microelectrónica e Microelectromecânica", "Nanomagnetismo", "Materiais Óticos e Aplicações", "Projectos de instrumentação", "Reconhecimento e Análise de Imagem".*

10.1.1. Synthesis of the intended changes

- 1) *Creation of a doctoral programme in Physics Engineering that optimizes all the skills that exist at UP in this field and which are distributed among two schools, namely the Faculty of Sciences and the Faculty of Engineering. The aim is to offer students the best possible training UP can provide in Physics Engineering.*
- 2) *Except for the "Thesis" CU (which changes from 120 ECTS to 144 ECTS) and the "Option UP" CU (6 ECTS), all previous CUs are eliminated from the cycle of studies.*
- 3) *Creation of the mandatory CUs "Micro and Nano-fabrication Techniques" and "Entrepreneurship" (6 ECTS each).*
- 4) *Creation of the optional CUs "Plasma Technology and Applications", "Lasers, Optics and Photonics", "Materials and Devices for Energy Harvesting and Storage", "Microelectronic and Microelectromechanical Technologies", "Nanomagnetism", "Optical Materials and Applications", "Instrumentation Projects", "Image Analysis and Recognition" (6 ECTS each).*

10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)

Mapa N.A.

10.1.2.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia Física

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):

N.A.

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

N.A.

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*
Engenharia Física / Physics Engineering	EFIS	162	0
Gestão e Administração / Management and Administration	GADM	6	0
Engenharia Física/Qualquer área científica da UPorto (ao nível do 3º ciclo)/Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	EFIS/QACUP/EEC	0	12
(3 Items)		168	12

10.2. Novo plano de estudos

Mapa XII - N.A. - 1º, 2º e 3º Ano

10.2.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia Física

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):

N.A.

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

N.A.

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º, 2º e 3º Ano

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:

1st, 2nd and 3rd 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)
Ensaio / Essay	EFIS	Semestral (1ºA/1ºS)	324	TP-7; OT-28	12	N
Técnicas de Micro e Nano-fabricação / Micro and Nano-fabrication Techniques	EFIS	Semestral (1ºA/1ºS)	162	OT-28	6	N
Materiais e Dispositivos para a recolha e armazenamento de energia / Materials and Devices for Energy Harvesting and Storage	EFIS	Semestral (1ºA/1ºS)	162	OT-28	6	N, Optativa. O estudante deve escolher 2 u.c's (12 ECTS) optativos
Materiais Óticos e Aplicações / Optical Materials and Applications	EFIS	Semestral (1ºA/1ºS)	162	TP-28	6	N, Optativa. O estudante deve escolher 2 u.c's (12 ECTS) optativos
Nanomagnetismo / Nanomagnetism	EFIS	Semestral (1ºA/1ºS)	162	T-20	6	N, Optativa. O estudante deve escolher 2 u.c's (12 ECTS) optativos
Projetos de instrumentação / Instrumentation Projects	EEC	Semestral (1ºA/1ºS)	162	T-10; OT-18	6	N, Optativa. O estudante deve escolher 2 u.c's (12 ECTS) optativos
Reconhecimento e Análise de Imagem / Image Analysis and Recognition	EEC	Semestral (1ºA/1ºS)	162	T-17; OT-11	6	N, Optativa. O estudante deve escolher 2 u.c's (12 ECTS) optativos
Tecnologias de Microeletrónica e Microeletromecânica / Microelectronic and Microelectromechanical Technologies	EEC	Semestral (1ºA/1ºS)	162	TP-17; OT-11	6	N, Optativa. O estudante deve escolher 2 u.c's (12 ECTS) optativos

N, Optativa. O

Aplicações tecnológicas de plasmas / Plasma Technology and Applications	EFIS	Semestral (1ºA/1ºS)	162	OT-28	6	estudante deve escolher 2 u.c's (12 ECTS) optativos
Lasers, Ótica e Fotónica / Lasers, Optics and Photonics	EFIS	Semestral (1ºA/1ºS)	162	T-17;OT-11	6	N, Optativa. O estudante deve escolher 2 u.c's (12 ECTS) optativos
Qualquer unidade curricular da UPorto (ao nível do 3º ciclo) / Any curricular unit from UPorto (3rd cycle)	QACUP	Semestral (1ºA/1ºS)	162	De acordo com a escolha do estudante	6	Optativa. O estudante deve escolher 2 u.c's (12 ECTS) optativos
Empreendedorismo / Entrepreneurship	GADM	Semestral (1ºA/2ºS)	162	TP-28	6	N
Tese / Thesis (13 Items)	EFIS	Plurianual1A/2S,2e3A	3888	OT-140	144	CR, CH, D

10.3. Fichas curriculares dos docentes

Mapa XIII - Adriano da Silva Carvalho

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

Adriano da Silva Carvalho

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:

Professor Catedrático 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 - Aníbal Castilho Coimbra de Matos

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

Aníbal Castilho Coimbra de Matos

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:

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 - Aurélio Joaquim de Castro Campilho****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Aurélio Joaquim de Castro Campilho***10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:*Professor Catedrático 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 - Catarina Isabel Marques Maia****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Catarina Isabel Marques Maia***10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:*Assistente convidado ou equivalente***10.3.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***22***10.3.6. Ficha curricular de docente:****Mostrar dados da Ficha Curricular****Mapa XIII - João Alberto Vieira Campos Pereira Claro****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***João Alberto Vieira Campos Pereira Claro***10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:*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 - João Pedro Esteves de Araújo****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***João Pedro Esteves de Araújo***10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

10.3.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*Faculdade de Ciências***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 - Joaquim Agostinho Gomes Moreira****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Joaquim Agostinho Gomes Moreira***10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

10.3.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*Faculdade de Ciências***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 - José Rouco Maseda****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***José Rouco Maseda***10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente**10.3.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***8,3***10.3.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa XIII - Manuel Joaquim Bastos Marques****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Manuel Joaquim Bastos Marques***10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***<sem resposta>***10.3.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***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 - Paulo Vicente da Silva Marques****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo Vicente da Silva Marques***10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***<sem resposta>***10.3.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***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 - Vítor Manuel Grade Tavares****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Vítor Manuel Grade Tavares***10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***<sem resposta>***10.3.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:

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 - Manuel Fernando Gonçalves Vieira

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

Manuel Fernando Gonçalves Vieira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:

Professor Associado 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 - Maria Helena Sousa Soares de Oliveira Braga

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

Maria Helena Sousa Soares de Oliveira Braga

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:

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](#)

10.4. Organização das Unidades Curriculares (apenas para as unidades curriculares novas)

Mapa XIV - Aplicações tecnológicas de plasmas / Plasma technology and applications

10.4.1.1. Unidade curricular:

Aplicações tecnológicas de plasmas / Plasma technology and applications

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

Carlos Daniel Diogo Matias Pintassilgo (14h OT)

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Paulo Manuel de Araújo Sá (7 h OT); Francisco José Baptista Salzedas (7 h OT);

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

Esta unidade curricular tem como objetivo o estudo e desenvolvimento cognitivo na área de Física de Plasmas, envolvendo duas partes, plasmas de descarga e fusão termonuclear, usualmente designados por plasmas frios e plasmas quentes. Os estudantes deverão conhecer bem as principais características destes plasmas, as suas aplicações tecnológicas, desde o processamento de materiais usando reatores a plasma até ao uso dum plasma para alcançar a fusão nuclear.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The objective of this curricular unit is the study and cognitive development of two main parts of Plasma Physics – Plasma discharges and Thermonuclear fusion – also respectively known as “cold” and “hot” plasmas. The students must thoroughly know the fundamental properties of these plasmas, their technological applications, from materials processing using plasma reactors to the use of plasma to achieve nuclear fusion.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Parte I, Plasmas de descarga:

1 – Características gerais de plasmas de descargas, potencial de plasma, campo carga de espaço; Ionização por multiplicação.

2-Teoria elementar de plasmas de descarga. Reactividade em plasmas de descarga; colisões elásticas e inelásticas.

3-Aplicações de plasmas de descarga: processamento de materiais e aplicações biomédicas.

4-Reatividade em plasmas e interação plasma-superfície.

5-Modelos de plasma de descarga. Equações de balanço. Aplicação da equação de Boltzmann aos plasmas de descarga.

Parte II- Fusão Termonuclear:

1 - A Fusão nuclear na Natureza e o seu potencial energético. Energia libertada nas reações de fusão. Balanço de potência num reator de fusão.

2 – Projeto dum reator simples de fusão. Objetivos do projeto e restrições fundamentais de física nuclear e de engenharia.

3 - O Tokamak. Equilíbrio MHD. Confinamento de energia. Macro e micro-instabilidades. Transporte clássico, neo-clássico e anómalo.

4 – Diagnósticos em plasmas de fusão.

10.4.1.5. Syllabus:

Part I – Plasma discharges

1 – General characteristics of plasma discharges, plasma potential, space charge field. Multiple ionization.

2 – Elemental theory of plasma discharges. Reactivity in plasma discharges; elastic and inelastic collisions.

3 – Applications of plasma discharges: materials processing and biomedical applications.

4 – Reactivity in plasma discharges and plasma surface interaction.

5 – Models used in plasma discharges. Rate balance equations. Electron Boltzmann’s equation in plasma discharges.

Part II – Thermonuclear fusion

1 – Nuclear fusion in nature and its energy potential. Energy released in nuclear fusion reactions. Power balance in a fusion reactor.

2 – Design of a simple fusion reactor. Design goals, basic engineering and nuclear physics constraints.

3 – The Tokamak concept. MHD equilibrium. Energy confinement. Macro and micro-instabilities. Classical, neo-classical and anomalous transport.

4 – Diagnostics for nuclear fusion plasmas.

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

Esta unidade curricular (UC) contém elementos fundamentais relacionados com aplicações tecnológicas da Física de Plasmas. Estes assuntos são apresentados numa sequência lógica, abrangente e coerente. Nesta unidade curricular apresentam-se problemas e exemplos de aplicação, juntamente com as ferramentas apropriadas para os resolver. Atendendo à componente tecnológica desta UC, prevê-se que o estudante visite instalações experimentais de laboratórios nacionais (IPFN, Lisboa) e internacionais (LPP, École Polytechnique, França; GREMI, Polytech, Orléans, França; Joint European Torus, Reino Unido), com quem os docentes desta UC trabalham regularmente.

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

This curricular unit (CU) presents fundamental contents related to technological applications of Plasma Physics. These issues are presented in a comprehensive and coherent logic sequence. In this curricular unit application, problems and application examples are presented, together with the appropriate tools to solve them. Due to the technological component of this CU, the student will visit experiments being carried out in national and international laboratories, namely (IPFN, Lisbon) (LPP, École Polytechnique, France; GREMI, Polytech, Orléans, France; Joint European Torus, United Kingdom), with which the professors involved in this CU work regularly.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Tipo de Avaliação: distribuída sem exame final.

Resolução de duas séries de problemas, envolvendo as duas partes da matéria. Trabalho numérico ou de base experimental sobre aplicações de plasmas de descarga ou fusão termonuclear.

Fórmula de avaliação: Resolução de conjunto de problemas selecionados: 50%; Trabalho numérico ou experimental: 50%.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Type of assessment: Distributed evaluation without final examination.

The students must solve two series of problems involving plasma discharges and thermonuclear fusion. Numerical or experimental work on plasma discharges or thermonuclear fusion applications.

Evaluation formula: Solving a selected collection of problems: 50%; Numerical or experimental work: 50%

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

No seu processo formativo, o estudante seguirá aulas tutoriais e resolverá problemas, alguns acompanhados pelo docente. O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante e será efetuada uma monitorização constante da evolução na aquisição de conhecimentos e competências adquiridas pelo mesmo. No caso desta unidade curricular será adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas que capacitem o estudante para a investigação na área de aplicações tecnológicas de física de plasmas.

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

In the formative process, the student will have tutorial classes and solve problems, some of which accompanied by the teacher. The teaching/learning process will be focused on the student's (autonomous and supervised) work with a regular monitoring of progress in the acquisition of knowledge and skills by the said student. This curricular unit will adopt a teaching methodology that emphasizes the acquisition of specialized and specific skills which qualify the student for research in the area of plasma physics technological applications.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Primeira parte (plasmas de descarga)

1-M. A. Lieberman and A. J. Lichtenberg, Principles of Plasma Discharges and Materials Processing 2nd Edition (Wiley, 2005) ISBN 978-0-471-72001-0

3-J Reece Roth Industrial Plasma Engineering: Volume 2: Applications to Nonthermal Plasma Processing (CRC Press, 2001) ISBN 978-0-750-30544-0

3-Alexander Fridman, Lawrence A. Kennedy; Plasma physics and engineering. (Taylor and Francis Books, 2004) ISBN: 1-560-32848-7

Segunda parte (Fusão termonuclear)

4-Jeffrey P. Freidberg, Plasma Physics and Fusion Energy, (CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS) ISBN-13: 978-0521733175

5-Weston M. Stacey, Fusion: An Introduction to the Physics and Technology of Magnetic Confinement Fusion, (WILEY-VCH Verlag) ISBN-13: 978-3527409679

6-Ian. H. Hutchinson, Principles of Plasma Diagnostics (CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS) ISBN-13: 978-0521803892

Mapa XIV - Empreendedorismo / Entrepreneurship**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Empreendedorismo / Entrepreneurship

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

João Alberto Vieira de Campos Pereira Claro TP-14h

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

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

No final da unidade curricular, os estudantes deverão:

- 1) *Ter um entendimento do que é necessário para trabalhar com engenheiros, cientistas, e outros profissionais para construir uma empresa.*
- 2) *Ter um entendimento das pressões e exigências do trabalho num novo negócio em fase embrionária.*
- 3) *Ser capazes de realizar contactos com clientes, parceiros e concorrentes, no caos e incerteza típicos de ambientes de novos negócios.*
- 4) *Ser capazes de usar um modelo de negócio para idealizar cada parte de um negócio.*
- 5) *Ser capazes de usar o desenvolvimento de clientes para propor um “produto mínimo viável”, sair da sala, iterar sobre ele e identificar um modelo de negócio repetível e escalável, com base em feedback externo.*
- 6) *Ser capazes de desenvolver um plano operacional, projeções de custos, e um modelo de receitas, e integrá-los num modelo financeiro.*

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of the curricular unit, the students should:

- 1) *Have an understanding of what it takes to work with engineers, scientists, and other professionals to build a company.*
- 2) *Have an understanding of the pressures and demands of work in an early stage startup.*
- 3) *Be able to carry out contacts with customers, partners and competitors, among the typical chaos and uncertainty of startup environments.*
- 4) *Be able to use a business model to brainstorm each part of a company.*
- 5) *Be able to use customer development to propose a “minimum viable product” (MVP), get out of the building, iterate on the MVP and identify a repeatable and scalable business model for it, based on external feedback.*
- 6) *Be able to develop an operating plan, cost projections, and a revenue model, and integrate them into a financial model.*

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Desenvolvimento de Clientes e Modelo de Negócio.*
2. *Proposta de Valor.*
3. *Clientes, Canais de Distribuição, Relação com Clientes e Modelos de Receitas.*
4. *Parceiros, Recursos, Atividades e Estrutura de Custos.*
5. *Plano Operacional e Modelo Financeiro.*

10.4.1.5. Syllabus:

1. *Customer Development and Business Model.*
2. *Value Proposition.*
3. *Customers, Distribution Channels, Customer Relationships, and Revenue Model.*
4. *Partners, Resources, Activities and Cost Structure.*
5. *Operating Plan and Financial Model.*

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

O modelo de negócio é utilizado para idealizar as várias partes de uma empresa. O desenvolvimento de clientes é utilizado para sair da sala, e iterar e identificar um modelo de negócio repetível e escalável, com base em feedback externo, evoluindo o conceito inicial do “produto mínimo viável”. O plano operacional e o modelo financeiro delineiam a implementação da estratégia de negócio, a concretização da sua visão, e a avaliação e monitorização dos seus resultados. De forma integrada, os três permitem a uma equipa transformar ideias embrionárias em produtos, serviços ou processos, e em negócios capazes de os levar ao mercado.

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

The business model is used to brainstorm each part of a company. Customer development is used to get out of the building, iterate and identify a repeatable and scalable business model, based on external feedback, improving the MVP initial concept. The operating plan and the financial model provide a blueprint for implementing the business strategy, realizing its vision, and assessing and monitoring the results it achieves. In an integrated manner, these three allow a team to turn ideas into products, services or processes, and in businesses capable of taking them to market.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Cada sessão semanal é organizada à volta de:

- *Uma palestra sobre metodologias de trabalho e/ou componentes do modelo de negócio;*
- *Apresentações das equipas sobre “lições aprendidas” nas saídas da sala e nas iterações e pivotações dos seus modelos de negócio;*
- *Registo do progresso na Descoberta do Cliente através da manutenção de um registo on-line.*

A avaliação incide sobre:

- *Apresentações semanais dos componentes do modelo de negócio – 8 apresentações, cada uma correspondendo a 1 valor, num total de 8 valores;*
- *Participação nas sessões – 2 valores;*
- *Registo on-line do progresso – 4 valores;*
- *Relatório e apresentação final – 6 valores.*

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Each weekly class is organized around:

- *A lecture on working methodologies and/or building blocks of a business model;*
- *Team presentations on “lessons learned” from getting out of the building and iterating or pivoting their business models;*
- *Team capture of their progression in Customer Discovery in online records.*

The evaluation considers:

- *Weekly presentations of the building blocks of the business model – 8 presentations, each with 1 point, in a total of 8 points;*
- *Participation in classes – 2 points;*
- *On-line records of progress – 4 points;*
- *Final report and presentation – 6 points.*

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

O estudante participará em aulas expositivas, e com peritos convidados, e será integrado em equipas que trabalham em combinações tecnologia/problema(s). O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante e será efetuada uma monitorização constante da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo, privilegiando a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitam para o exercício profissional competente, para a intervenção social e para a investigação aquando da passagem do estudante para o mercado de trabalho.

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

The student will participate in lectures, and sessions with practitioners, and will be participating in teams that will develop projects with technology/problem(s) combinations. The teaching/learning process will be focused on the student's (autonomous and supervised) work with a regular monitoring of the progress in the acquisition of knowledge and skills by the said student. This will emphasize the acquisition of specialized and specific skills which enable students to have a competent professional activity, participate in society and carry out research when transitioning to the labor market.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Blank, Steve, and Dorf, Bob; The Startup Owner's Manual: The Step-By-Step Guide for Building a Great Company, K&S Ranch, Inc. Publishers, 2012. ISBN: 0984999302*
- *Osterwalder, Alexander and Pigneur Yves; Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers, John Wiley & Sons, 2010. ISBN: 8126533676*
- *Zenios, Stefanos (Editor), Makower, Josh (Editor), Yock, Paul (Editor), Brinton, Todd J. (Editor), Kumar, Uday N. (Editor); Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies, Cambridge University Press, 2009. ISBN: 052151742*

Mapa XIV - Ensaio / Essay

10.4.1.1. Unidade curricular:

Ensaio / Essay

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

Paulo Jorge Valente Garcia TP-3,5h ,OT-14h

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Paulo Vicente da Silva Marques TP-3,5h ,OT-14h

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

*Conhecimento crítico do estado da arte no tema da investigação a desenvolver na tese de doutoramento.
Capacidade para identificar uma questão em aberto e conceber, mediante supervisão, um plano de investigação para lhe dar resposta.*

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Critical knowledge of the state-of-the-art of the research theme to be addressed in the PhD Thesis.
Capacity to identify an open question and design, under supervision, a research plan to answer it.*

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

*Tema específico que identifique e responda às necessidades de produção, investigação, desenvolvimento e inovação dos sectores empresarial e académico da comunidade nacional e global de Engenharia Física.
A monografia irá desenvolver o estado da arte e propor a metodologia, enquadramento e plano de trabalho de investigação e desenvolvimento a realizar nos anos seguintes do Programa Doutoral.*

A monografia poderá apresentar a seguinte estrutura (está disponível um modelo detalhado):

- 1. Estado da arte*
- 2. Objetivos e avanço da investigação*
- 3. Métodos de investigação (opcional)*
- 4. Impacto da investigação*
- 5. Plano e contexto da tese*

10.4.1.5. Syllabus:

Specific theme that identifies and responds to the needs of production, research, development and innovation of industrial and academic actors of the national and global Physics Engineering community.

The monograph will develop the state-of-the art and propose the methodology, framework and work-plan of the research & development to be conducted in the subsequent years of the Doctoral Programme.

The monograph could include the following structure (a detailed template is available):

- 1. State-of-the-art*
- 2. Research goals and step-forward*
- 3. Research methods (optional)*
- 4. Research Impact*
- 5. Thesis plan and environment*

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

O objetivo de obter conhecimento crítico sobre o estado da arte no tema da investigação a desenvolver na tese de doutoramento é alcançado através do estudo da bibliografia que constituirá parte importante da monografia. A secção da monografia "2. Objetivos e avanço da investigação" identifica uma ou mais questões em aberto a serem abordadas durante a tese. Esta é complementada pela secção "4. Impacto da investigação", que aborda o impacto da investigação proposta.

A secção da monografia "5. Plano e contexto da tese" aborda o objetivo de conceber, mediante supervisão, um plano de investigação para dar resposta aos objetivos de investigação anteriormente identificados

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

The objective of obtaining critical knowledge of the state-of-the-art of the research theme to be addressed in the PhD Thesis is attained via the research bibliographic study that will an important part of the monography.

The monography section "2. Research goals and step forward" identifies an open question(s) to be addressed during the thesis. This is complemented by section "4. Research impact", which addresses the impact of the proposed research.

The monograph section "5. Thesis plan and environment" addresses the learning objective of designing, under supervision, a research plan to answer the research goals previously identified.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas expositivas abordam os aspetos gerais do curso e incluem Seminários de Engenharia Física por peritos ou a participação em eventos relevantes (ações/workshops) para a formação do ICC.

Nas sessões tutoriais, o estudante realiza, mediante supervisão, a análise do estado da arte na área da investigação, assim como a identificação dos objetivos da investigação e uma planificação realista para alcançá-los.

A supervisão e o tema de investigação têm uma importância crítica nesta unidade curricular e na futura tese. É da responsabilidade do ICC selecionar o supervisor e o tema geral.

A avaliação tem em consideração a monografia escrita e a apresentação oral, cada qual com uma ponderação de 50% na classificação final. Qualquer eventual plágio ou violação ética grave resulta na reprovação neste curso e será comunicada.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (TP classes) address the general aspects of the course and include Seminars in Engineering Physics from experts, or attending relevant events (schools/workshops) for the ESR training.

In the tutorial classes the student will conduct, under the supervision, the state-of-the-art of the research field, as well as to identify the research objectives and a credible plan to attain them.

The supervision and general theme of research is of critical importance in this curricular unit and the future

thesis. It is the ESR responsibility to select the supervisor and general theme.

The evaluation takes into account the monography text and the oral presentation, each with a 50% weight in the final mark. Any plagiarism or serious ethical breach will result in failing this course and will be reported.

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

O objetivo de conhecimento crítico do estado da arte no tema da investigação é alcançado através de pesquisa bibliográfica supervisionada e debates com o(s) supervisor(es) e colaboradores do contexto de investigação (unidade de investigação). Alguns aspetos do estado da arte podem ser abordados nos Seminários de Engenharia Física com convidados. Se possível, o ICC pode participar em workshops/ações no domínio da investigação.

A capacidade para identificar uma pergunta em aberto e conceber, mediante supervisão, um plano de investigação para lhe dar resposta é alcançada através de trabalho individual sob supervisão tutorial do supervisor.

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

The goal of critical knowledge of the state-of-the-art of the research theme is achieved via supervised bibliographic search and discussions with the supervisor(s) and collaborators in the research environment (research unit). Some aspects of the state-of-the-art can be addressed in the invited Seminars in Engineering Physics. If possible the ESR can attend workshops/schools in the domain of research.

The capacity to identify an open question and design, under supervision, a research plan to answer it is achieved via individual work under tutorial supervision by the supervisor.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia específica relevante para cada tema de tese de doutoramento, incluindo, por exemplo, monografia avançada, servidores de informação, patentes, artigos técnicos em conferências e publicações especializadas. / Specific bibliography relevant to each PhD thesis theme, including e.g. advanced monographs, information servers, patents, refereed conference proceedings and journals.

Bibliografia complementar: / Complementary bibliography:

*Booth, Colomb and Williams; The Craft of Research, University Of Chicago Press, 2008. ISBN: 978-0226065663
On Being a Scientist: A Guide to Responsible Conduct in Research, National Academies Press, 2009. ISBN: 978-0309119702 (Free copy can be downloaded from NAP press site).*

Mapa XIV - Lasers, Ótica e Fotónica / Lasers, Optics and Photonics

10.4.1.1. Unidade curricular:

Lasers, Ótica e Fotónica / Lasers, Optics and Photonics

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

Manuel Joaquim Bastos Marques T-17h, OT-11h

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não aplicável/Not applicable

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

Esta unidade curricular tem como objetivo desenvolver o conhecimento necessário para entender os fundamentos de Ótica e de Lasers e o estado da arte das tecnologias de Lasers e Fotónica.

No final da UC os estudantes deverão:

- 1- Saber utilizar a ótica matricial para propagar um raio ótico, ou um feixe esférico-gaussiano, através de um sistema ótico.*
- 2- Reconhecer os principais tipos de aberrações óticas.*
- 3- Saber calcular a energia, ou potência, recebida por sistemas óticos simples.*
- 4- Saber interpretar os resultados de medições interferométricas e de difração.*
- 5- Conhecer as especificidades dos vários tipos de lasers e regimes de funcionamento.*
- 6- Ter a capacidade de selecionar o laser mais apropriado para uma aplicação tecnológica.*
- 7- Conhecer técnicas de manipulação e deteção de luz e principais aplicações científicas.*

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of this curricular unit is to develop the necessary knowledge to understand Lasers and Optics fundamentals and the state-of-the-art in Lasers and Photonics technologies.

At the end of the CU, students should:

- 1- Know how to use matrix optics to propagate an optical beam or a spherical Gaussian beam through an optical system.*

- 2- Recognize the main types of optical aberrations.
- 3- Know how to calculate the energy or power received by simple optical systems.
- 4- Know how to interpret the results of interferometric and diffraction measurements.
- 5- Know the specifics of the different types of lasers and ranges of operation.
- 6- Have the ability to select the most appropriate laser for a technological application.
- 7- Know light detection and manipulation techniques and main scientific applications.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

1-Fundamentos de Ótica:

Ótica Matricial e sua aplicação ao desenho de sistemas óticos.

Introdução à radiometria.

Limitações de sistemas óticos, pupilas de entrada/saída, abertura numérica, aberrações, dimensão do foco, etc.

Interferência e interferómetros.

Difração.

2-Lasers:

Princípio de funcionamento e principais tipos.

Regimes de funcionamento de lasers e principais características da radiação emitida nestes regimes.

Bases de segurança laser.

Interação da radiação com a matéria, introdução à ótica não linear e efeitos dispersivos dos pulsos femtosegundo.

3-Fotónica e aplicações tecnológicas:

Apresentação da grande diversidade de fontes luminosas e exemplo de aplicações tecnológicas.

Especificidade da deteção de luz nas diversas aplicações tecnológicas.

Exemplos de aplicações: Interferometria e difração como ferramenta de medição. Medições baseadas em fluorescência. Controlo da luz usando células eletro-ópticas e acústico-ópticas. Métodos de “pump-probe”. “Laser cooling”. “Optical tweezers”.

10.4.1.5. Syllabus:

1- Optics fundamentals:

Matrix optics and its application to the design of optical systems.

Introduction to radiometry.

Optical systems limitations, entrance/exit pupils, numerical aperture, aberrations, focus dimension, etc.

Interference and interferometers.

Diffraction.

2-Lasers:

Operating principle and main types.

Ranges of operation of lasers and main characteristics of the radiation emitted in these ranges.

Safety basis of laser.

Interaction of radiation with matter, introduction to nonlinear optics and dispersive effects of femtosecond pulses.

3- Photonics and technological applications:

Presentation of the wide variety of light sources and examples of technological applications.

Specifics of light detection in different technological applications.

Examples of applications: interferometry and diffraction as a measurement tool. Fluorescence based measurements. Light control using eletro-optics and acousto-optics cells. Pump-probe methods. Laser cooling. Optical tweezers.

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

A abordagem da ótica geométrica sobe a forma matricial, como complemento à ótica geométrica mais clássica, permite o conhecimento de uma técnica, facilmente transponível para a computação, que satisfaz o objetivo 1.

O objetivo 2 está englobado no tópico “limitações de sistemas óticos...”.

A Radiometria, abordada em “Introdução à radiometria”, não é lecionada na maioria dos cursos básicos de ótica, permite evitar erros muito comuns nas atividades laboratoriais relativas à energia captada por um sistema detetor, satisfazendo o objetivo 3.

O objetivo 4 é atingido pelo estudo teórico da interferência e difração na “ótica” e nos “exemplos de aplicações” do último tópico dos conteúdos programáticos.

O tópico “Lasers” dos conteúdos programáticos pretende dar resposta aos objetivos 5 e 6.

O objetivo 7 é abordado no tópico 3 dos conteúdos programáticos “Aplicações tecnológicas”.

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

The approach to matrix geometric optics, as a complement to more traditional geometric optics, allows the knowledge of a technique that is easily applicable to computer science, which answers objective 1.

Objective 2 is encompassed in the topic “Optical systems limitations...”.

Radiometry addressed in “Introduction to radiometry”, which is not taught in most basic optics courses, allows to prevent very common mistakes in laboratorial activities regarding the energy captured by a detection system, and answers objective 3.

Objective 4 is attained by the theoretical study of interference and diffraction in “optics” and in “examples of applications” of the last topic in the syllabus.

The “Lasers” topic in the syllabus aims to answer objectives 5 and 6.

Objective 7 is in topic 3 of the syllabus “Technological applications”.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular combina o ensino presencial em aulas de exposição das matérias e de demonstração com trabalho de pesquisa bibliográfica.

Tipo de Avaliação: distribuída com exame final.

*Avaliação final=0,4*Trabalhos escritos + 0,6*exame.*

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This curricular unit combines in situ teaching in lectures where concepts are presented with a demonstration through bibliographic research work.

Type of assessment: Distributed evaluation with final examination.

*Final grade=0,4*written papers + 0,6*examination.*

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

Nas aulas de exposição são apresentados os fundamentos teóricos e exemplos de aplicação.

Nas aulas de demonstração são exemplificados o funcionamento de dispositivos e ilustrados resultados experimentais.

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

Theoretical fundamentals and application examples are presented in lectures.

The exemplification of devices operation and illustration of experimental results are made in demonstration classes.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Klein, M. V., Furtak Th. E. (1986). Optics. Wiley.

Born, M. B., Wolf, E. (1999). Principles of Optics. Cambridge University Press.

O. Svelto (2010). Principles of Lasers. Plenum Press.

Saleh, B. E. A., Teich, M. C. (2007). Fundamentals of Photonics. Wiley.

Mapa XIV - Materiais Óticos e Aplicações / Optical Materials and Applications

10.4.1.1. Unidade curricular:

Materiais Óticos e Aplicações / Optical Materials and Applications

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

Joaquim Agostinho Gomes Moreira TP-28h

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não aplicável/Not applicable

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

Pretende-se com esta unidade curricular:

-Desenvolver competências e conhecimentos que possibilitem a compreensão das propriedades óticas dos materiais e agilizar a atividade de investigação e desenvolvimento, permitindo a leitura compreensiva da literatura disponível na procura de expandir os conhecimentos de forma autónoma e sistemática.

-Descrever as características estruturais e eletrónicas que determinam as propriedades óticas de materiais.

-Entender e explicar o funcionamento de dispositivos e sistemas óticos baseados nessas propriedades.

-Desenvolver a capacidade de otimizar o funcionamento de sistemas e dispositivos óticos.

A concretização destes objetivos permitirá ao estudante a:

-Compreensão operacional de dispositivos, sistemas e técnicas experimentais;

-Capacidade para conceber, implementar e otimizar dispositivos e sistemas óticos;

-Capacidade para trabalhar num ambiente de ciência experimental ou num ambiente empresarial, em particular, na tecnologia avançada.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of this CU is:

- to develop skills and knowledge that enable the understanding of optical properties of materials and speed up the research and development activity, allowing comprehensive reading of the literature available to expand the knowledge in an autonomous and systematic way.
- to describe the structural and electronic characteristics that determine the optical properties of materials.
- to understand and explain the operation of optical devices and systems based on those properties.
- to develop the ability to optimize the operation of optical systems and devices.

Achieving these goals will enable the student to:

- understand the operation of optical devices, systems and experimental techniques;
- design, implement and optimize optical devices and systems;
- work in experimental science or enterprise context, particularly in advanced technology

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Propriedades ópticas dos materiais so campos externo.*

Óptica de cristais. oEletroóptica; moduladores, moduladores em onda guiada. Magnetoóptica; Isoladores e circuladores; moduladores, sensores e gravação magnetoóptica. Efeito elastoóptico. Difração Acoustoóptica, moduladores ópticos e defletores; filtros sintonizáveis. Amplificadores óticos baseados no efeito fotorefractivo.

2. *Optoeletrónica em semicondutores.*

Resumo das propriedades ópticas dos semicondutores. Lasers semicondutores e LED. Amplificadores ópticos. Lasers semicondutores. Fotodetectores.

3. *Plasmonica*

Plasmão polaritão de superfície acoplado entre duas interfaces. Lente plasmónica. Divisor de feixe nanoóptico. Guias de onda plasmónicas: efeito da geometria e propriedades cromáticas. Acoplador plasmónico de banda larga.

4. *Ótica de metamateriais.*

Propriedades óticas de compósitos estratificados metal-dielétrico. Metamateriais de índice negativo. Super-resolução e superlentes.

10.4.1.5. Syllabus:

1. *Optical Properties of Materials Under External Fields.*

Crystal optics. Electro-optics; modulators, guided-wave modulators. Magneto-optics; Optical isolators and circulators; magneto-optic modulators, sensors and recording. Elasto-optic effect. Acousto-optic diffraction, optical modulators and deflectors; tunable filters. Optical amplifiers based on photorefractive effect.

2. *Semiconductor optoelectronics.*

Summary of the optical properties of semiconductors. Semiconductor lasers and LED. Optical amplifiers. Semiconductor lasers. Photodetectors.

3. *Plasmonics*

Surface plasmon polariton coupled between two interfaces. Plasmonic lens. Nano-optic beam splitter. Plasmonic waveguides: geometry and chromatic properties. Broadband plasmonic coupler.

4. *Optical Metamaterials*

Optical properties of stratified metal-dielectric composites. Negative index metamaterials. Super resolution and superlens.

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

O que se pretende nesta UC é explorar a física dos materiais do ponto de vista ótico, discutindo os modelos e seus pressupostos, e aplicando as técnicas de cálculo adequadas, com ênfase nas aplicações em dispositivos e sistemas óticos. Nesta unidade curricular ter-se-á particular cuidado na discussão dos princípios físicos de funcionamento e da implementação de dispositivos e sistemas óticos, assim como de técnicas experimentais de caracterização ótica de materiais. Cada capítulo do programa contempla o estudo de técnicas experimentais de caracterização de propriedades óticas e das técnicas de análise, e de dispositivos realizados com base nos materiais e fenómenos em estudo. É um dos objetivos da u.c. compreender o funcionamento de dispositivos óticos e o tipo de informação que as técnicas experimentais proporcionam através da análise e discussão de exemplos selecionados.

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

What is intended in this CU is exploring the physics of optical materials, discussing the models and their assumptions, and applying the appropriate calculation techniques, with emphasis on applications in devices and optical systems. This CU puts particular emphasis on the discussion of the physical principles of operation and implementation of optical devices and systems, as well as experimental techniques of optical characterization of materials. Each chapter of the program covers the study of experimental techniques for characterization of optical properties and analysis techniques or devices made on the basis of materials and phenomena under study. One of the CU's objectives is to understand the operation of optical devices and the type of information that the experimental techniques provide through analysis and discussion of selected examples.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas-práticas com apresentação dos temas e resolução de problemas; apresentação e discussão de um ensaio; estudo privado.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final. A avaliação que se propõe para esta UC tem três componentes:

- 1. 3 problemas para resolver fora do tempo de aulas, com peso de 20%;*
- 2. Apresentação de um ensaio sobre um tópico da literatura, com peso de 30%;*
- 3. Exame escrito, constituído por problemas e desenvolvimento teórico, com peso de 50%.*

Fórmula de avaliação: Realização de 3 problemas (classificação X); apresentação e discussão de um artigo científico (classificação Y); Exame Final (classificação Z): Classificação Final $F = 0.2 \cdot X + 0.3 \cdot Y + 0.5 \cdot Z$. Para que as duas primeiras componentes de avaliação possam ser consideradas, a classificação do exame escrito não pode ser inferior a 8,0 valores.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and problem solving classes; presentation and discussion of an essay; individual study.

Type of assessment: Distributed evaluation with final examination. The evaluation proposed for this CU has three components:

- 1. Three homework problems (weight 20%)*
- 2. Presentation of an essay on a literature topic (weight 30%)*
- 3. Final examination with problem-solving and theoretical development (weight 50%)*

Evaluation formula: Three homework problems (X); presentation and discussion of a paper (Y); final examination (Z). Final grade: $F = 0.2 \cdot X + 0.3 \cdot Y + 0.5 \cdot Z$. For the consideration of the first two components of assessment, the grade of the written examination can not be less than 8,0 (out of 20).

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

As aulas são usadas para apresentação da matéria e das técnicas de cálculo necessárias, ilustrada com exemplos variados que permitem estabelecer uma discussão com os estudantes. Há uma particular atenção ao confronto entre os resultados experimentais e os previstos pelos modelos estudados.

Os estudantes devem ser incentivados a resolver problemas fora do tempo da aula, de modo a criar-lhes hábitos de autonomia, independência e responsabilidade. A avaliação de trabalhos de casa é um incentivo ao estudo individual e permite uma preparação atempada para o exame. Associada a esta componente de avaliação, a resolução individual de exercícios e de problemas pretende consolidar os conhecimentos e desenvolver competências de cálculo e de análise que o exame final poderá avaliar com mais rigor.

Um estudante de um programa doutoral já tem conhecimentos básicos que lhe permitem ler e analisar criticamente artigos científicos previamente selecionado. Cada estudante deverá escolher um tema proposto e preparar um ensaio que será apresentado e discutido. Com esta metodologia pretende-se avaliar a capacidade de compreensão de um assunto e de comunicação oral, indispensáveis na carreira profissional.

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

Lectures are used to present the necessary topics and calculation methods, illustrated with varied examples that encourage the discussion with students. There is particular attention to the confrontation between the experimental results and those predicted by models studied.

Students should be encouraged to solve problems outside of class time, so they can develop habits of autonomy, independence and responsibility. The assessment of the homework is an incentive for individual study and allows for timely preparation for the examination. Associated with this evaluation component, individual exercises and problem solving intends to consolidate the knowledge and develop calculation and analysis skills that the final examination will assess more rigorously.

Doctoral programme students already have the basic knowledge that allows them to critically read and review previously selected scientific papers. Each student should choose a proposed theme and prepare an essay to be presented and discussed. With this methodology, we also aim to assess oral communication skills, which are essential for their career.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. Wenshan Cai and Vladimir Shalaev. Optical Metamaterials: Fundamentals and Applications. Springer. 2010 edition. ISBN:978-1441911506.*
- 2. Keigo Lizuka, Elements of Photonics, Volume I: In Free Space and Special Media. John Wiley & Sons, Inc. 2002. ISBNs: 0-471-83938-8 (Hardback); 0-471-22107-4 (Electronic).*
- 3. Keigo Lizuka, Elements of Photonics, Volume II: For Fiber and Integrated Optics. John Wiley & Sons, Inc. 2002. ISBNs: 0-471-40815-8 (Hardback); 0-471-22137-6 (Electronic).*
- 4. Stefan Enoch and Nicolas Bonod, Plasmonics: From Basics to Advanced Topics (Springer Series in Optical Sciences). Springer. 2015. ISBN: 978-3642441233.*

10.4.1.1. Unidade curricular:

Materiais e dispositivos para a recolha e armazenamento de energia

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

Maria Helena Sousa Soares de Oliveira Braga (14 h OT)

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Joana Cassilda Rodrigues Espain de Oliveira (7 h OT); Manuel Fernando Gonçalves Vieira (7 h OT);

Por falta de caracteres disponíveis no campo 10.4.1.1., indicamos neste campo a designação da unidade curricular em inglês: Materials and Devices for Energy Harvesting and Storage./ Since there are no characters available in field 10.4.1.1., we indicate here the name of the curricular unit in English: Materials and Devices for Energy Harvesting and Storage.

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

Esta UC visa o estudo e o desenvolvimento de competências cognitivas e práticas de engenharia aplicadas a materiais especialmente dedicados à recolha e armazenamento de energia. Um exemplo desses materiais são os que constituem os eléctrodos, eletrólitos, separadores, coletores, catalisadores, fotovoltaicos, termoeletrônicos, piezoeletrônicos e magnetocalóricos com aplicações em baterias, condensadores, células de hidrogénio, painéis fotovoltaicos, sensores, refrigeração magnética, etc.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this CU is that student develop theoretical and applied knowledge on materials engineering, especially those dedicated to energy harvesting and storage. Some examples of advanced materials are those used in electrodes, electrolytes, separators, collectors, catalyzers, photovoltaics, thermoelectrics, piezoelectrics and magnetocalorics with applications in batteries, capacitors, fuel cells, photovoltaic panels, sensors, magnetic coolers, etc.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Os conteúdos programáticos serão constituídos por uma componente de simulação numérica e uma componente laboratorial aplicadas aos casos de estudo, englobando:

- 1 - Técnicas de simulação numérica de otimização de materiais e dispositivos;*
- 2 - Síntese e caracterização dos materiais;*
- 3 - Construção dos dispositivos para recolha ou armazenamento de energia;*
- 4 - Inclusão dos dispositivos citados em protótipos de teste.*

10.4.1.5. Syllabus:

The syllabus are constituted by a component of numerical simulation and a component of laboratorial work applied to case studies, including.

- 1 – Numerical simulation and optimization of materials and devices;*
- 2 – Materials synthesis and characterization;*
- 3 – Fabrication of devices for energy harvesting and storage.*
- 4 – Prototype circuits for devices' testing.*

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

Atualmente, o nosso planeta enfrenta enormes desafios relacionados com a energia. Como reduzir as emissões de CO2 e o consumo de petróleo? Como vamos introduzir as energias renováveis na panóplia de sistemas de energia existentes (Béguin and Frackowiak ed, Supercapacitors, Wiley-VCH, 2013). Estas não são novas questões, mas simplesmente, até o fim do século passado, só alguns se importavam com a escassez de petróleo mesmo quando se fizeram sentir alguns avisos durante sucessivas crises petrolíferas. A resposta às respostas acima é a poupança e boa administração da energia. São necessários sistemas integrados de poupança e administração de energia. Os nossos estudantes têm que ser ativos participantes dos avanços tecnológicos necessários.

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

Currently, our planet faces huge challenges related to energy. How to reduce CO2 emissions and fossil fuel consumption? How to introduce renewable energies in the energy mix? (Béguin and Frackowiak ed, Supercapacitors, Wiley-VCH, 2013). These are not new questions, but until the end of the last century only a few cared about the scarcity of fossil fuels even when some warning signs appeared during successive oil crises. The answer to the above questions lies on energy saving as well as energy management. We need new integrated solutions to save and manage energy. Our students have to be active players in the necessary technological breakthroughs.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas sessões de orientação tutorial serão discutidos os conteúdos programáticos, será dada orientação à componente laboratorial a realizar pelo estudante assim como ao projeto a realizar.

Tipo de Avaliação: distribuída sem exame final.

Fórmula de avaliação: $0.7 P + 0.3 TI$

onde P é a nota do projeto final, TI a nota do teste intermédio.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

During the tutorial guidance sessions, the syllabus content will be discussed and guidance will be given to students on their laboratorial work as well as on the project to develop.

Type of assessment: Distributed evaluation without final examination

Evaluation formula: $0.7 P + 0.3 TI$

where P is the grade of the final project, and TI the grade of the mid-term quiz.

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

As metodologias de ensino permitem ao estudante aprender a sintetizar, a caracterizar os materiais e a montar alguns protótipos. O estudo independente confronta o estudante com a necessidade de analisar os resultados obtidos e comparação desses resultados com os resultados simulados e com resultados recolhidos na bibliografia internacional. O projeto final é a oportunidade para o estudante por em prática os conhecimentos adquiridos num problema de investigação concreto.

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

The teaching methodologies used allow the student to learn how to summarize and characterize the materials and fabricate some prototypes. The independent study confronts the student with the need to analyze the results obtained and compare them with the simulated and referenced data. The final project is an opportunity for the student to apply the methods learned to a real research problem.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia vai depender do tema do projeto. Algumas referências comuns:

1- David S. Scholl and Janice a. Steckel, Density Functional Theory, Wiley, 2009.

2- Béguin and Frackowiak ed, Supercapacitors, Wiley-VCH, 2013.

3- Robert A. Huggins, Advanced Batteries, Springer, 2009.

4- I. Prigogine and Stuart A. Rice, Advances in Chemical Physics, J. Wiley and Sons, 1995.

Mapa XIV - Nanomagnetismo / Nanomagnetism**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Nanomagnetismo / Nanomagnetism

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

João Pedro Esteves de Araújo T-20h

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não aplicável/Not applicable

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

Destacar a enorme importância tecnológica dos nanomateriais magnéticos. Introduzir os conceitos básicos de materiais magnéticos, seus parâmetros/escalas de comprimento característicos e energias relevantes para os fenómenos e suas aplicações. Reconhecer as diferentes classes de (nano) materiais magnéticos convencionais e suas aplicações na engenharia. Introduzir histerese magnética, domínios magnéticos, energias magnetostáticas e de anisotropia. Nanopartículas magnéticas, superparamagnetismo e relaxação (mecanismos de Néel e Brown). Introduzir efeito Exchange-bias. Introduzir os aspetos básicos da dinâmica da magnetização. Proporcionar o contato inicial com sistemas de multicamadas, válvulas de spin, e junções túnel.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Highlight the enormous technological importance of magnetic nanomaterials. Introduce the basic concepts of magnetic materials, its parameters/characteristic length scales and energies relevant for the phenomena and their applications. Recognize the different classes of conventional magnetic (nano)materials and their

applications in engineering. Introduce magnetic hysteresis, magnetic domains, magnetostatic and anisotropy energies. Magnetic nanoparticles, superparamagnetism and relaxation (Néel and Brown mechanisms). Introduce Exchange bias effect. Introduce basic aspects of magnetization dynamics. Provide initial contact with multilayers, spin valves, and tunnel junctions systems.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

*1.Introd:Os campos magnéticos e materiais magnéticos-conceitos macroscópicos básicos,Unidades em Magnetismo,Os vários tipos de energia magnética,Manipulação de interações dipolares,A parede de domínio Bloch,Magnetometria e ressonância magnética
2.Magnetismo e magnéticos domínios em dimensões baixas:Ordenamento mag. em dimensões baixas,Anisotropia magnética em dimensões baixas,Domínios e paredes de domínio em nanoestruturas,Visão geral de quantidades características
3.Inversão da magnetização(IM),Rotação coerente de magnetização,IM em nanoestruturas,IM,Ciclos de histerese
4.Dinâmica de precessão da magnetização,Ressonância ferromagnética e eq. de Landau-Lifshitz-Gilbert,Dinâmica de precessão de macrospins impulsionado por campos magnéticos,Dinâmica de precessão por,transferência de spin,Dinâmica de precessão de paredes de domínio e vórtices Campo e atual
5.Heteroestruturas magnéticas e spintrónica,Sist. de multicamadas magnéticas,Efeitos de acoplamento Magnetotransporte:válvulas de spin*

10.4.1.5. Syllabus:

*1. Introduction: Magnetic fields and magnetic materials – basic macroscopic concepts. Units in Magnetism. The various types of magnetic energy. Handling dipolar interactions. The Bloch domain wall. Magnetometry and magnetic imaging.
2. Magnetism and magnetic domains in low dimensions: Magnetic ordering in low dimensions. Magnetic anisotropy in low dimensions. Domains and domain walls in nanostructures. An overview of characteristic quantities.
3. Magnetization reversal: Coherent rotation of magnetization. Magnetization reversal in nanostructures. Hysteresis loops.
4. Precessional dynamics of magnetization: Ferromagnetic resonance and Landau-Lifshitz-Gilbert equation. Precessional switching of macrospins driven by magnetic fields. Precessional switching driven by spin transfer torques. Precessional dynamics of domain walls and vortices Field and current.
5. Magnetic heterostructures and spintronics: Magnetic Multilayer systems. Coupling effects. Magnetotransport: spin valves.*

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

Um curso introdutório sobre o tema nanomagnetismo é dirigido especialmente para os estudantes que precisam ter uma visão global sobre o tema, antes de se envolverem temas mais técnicos e avançados dentro de seu programa de doutoramento. Ao articular aspetos de nanofabricação de materiais magnéticos com fenómenos magnéticos importantes alcançam-se de uma forma interessante e equilibrada para o estudante a o entendimento deste importante tema na ciência moderna e engenharia.

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

An introductory course on the nanomagnetism topic is specially intended for students that need to have an overall view on the topic, before engaging in more technical and advanced topics within their Phd program. By articulating aspects of nanofabrication of magnetic materials with important magnetic phenomena, one achieves an interesting and balanced way for the student to understand this important topic in modern science and engineering.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As horas de contato estão distribuídas em aulas teóricas. Nestas são apresentados os conteúdos do programa, recorrendo-se a exemplos para ilustrar os conceitos tratados e orientar os estudantes. São também resolvidos exercícios previamente indicados. São disponibilizados materiais de apoio na página da unidade curricular.

Metodologia de avaliação:

- a) Exercícios (30%).*
- b) Trabalhos experimentais (30%)*
- c) Exame Final (40%)*

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Contact hours are distributed in lectures. Here, the contents of the syllabus are presented and examples are given to illustrate the concepts covered and guide students. Previously appointed exercises are also solved in lectures. All resources are available for students on the curricular unit's web page.

Evaluation methodology:

- a) Exercises (30%).
- b) Experimental work (30%)
- c) Final examination (40%)

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

As aulas são organizadas de acordo com o programa proposto, recorrendo-se a exemplos para motivar e exemplificar as diversas partes da matéria, tendo em conta uma visão moderna do magnetismo. À medida que os conceitos são introduzidos nas aulas são trabalhados alguns exercícios pelo estudante em casa, que são entregues e avaliados, de forma faseada permitindo ao estudante alcançar os resultados de aprendizagem pretendidos.

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

The lectures are organized according to the proposed syllabus and examples are given to motivate and illustrate the different contents, having in mind a modern view of the magnetism topic. As concepts are introduced, some exercises are proposed at the lecture and solved at home, being delivered to the teacher for phased correction and evaluation, allowing the student to reach the envisaged learning results.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *Lecture notes on Nanomagnetism, Olivier Fruchart, Institut Néel, Grenoble, 2011*
2. *S. Blundell, Magnetism in condensed matter, Oxford University Press, 2001*
3. *Magnetism and Magnetic Materials, J.Coey, 2009, Cambridge University Press*

Mapa XIV - Projetos de Instrumentação / Instrumentation Projects

10.4.1.1. Unidade curricular:

Projetos de Instrumentação / Instrumentation Projects

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

Aníbal Castilho Coimbra de Matos (4 T, 6 OT)

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Adriano da Silva Carvalho (3T, 6OT), Paulo Jorge Valente Garcia (3T, 6OT)

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

1. *Identificar correntes atuais de instrumentação avançada.*
2. *Descrever contextos de desenvolvimento e aplicações de projetos de instrumentação (PI): a) indústria; b) organizações de investigação; c) grandes infra-estruturas internacionais.*
3. *Compreender e ser capaz de contribuir para as etapas de desenvolvimento de um PI: a) desenho conceptual; b) desenho preliminar e final; c) construção, integração e teste; d) operação.*
4. *Desenvolver uma visão global dos PI, incluindo: a) objetivos; b) especificações; c) operações, calibrações e manutenção; d) arquitetura e desenho de sistemas, subsistemas e "error budget" do instrumento; e) interfaces; f) arquitetura dos sistemas ótico, mecânico, eletrónico e computacional; g) análise de dados, incluindo algoritmos de extração e controlo de qualidade; h) análise de segurança e risco; i) plano de gestão, planeamento temporal, planeamento orçamental, product trees e matrizes de verificação.*
5. *Explicar o rational de um subsistema de um PI.*

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

1. *Identify current trends in advanced instrumentation.*
2. *Describe the scope of development and applications of instrumentation projects (IP) to: a) the industry; b) research organizations; c) large international infrastructures.*
3. *Understand and be able to contribute to the development stages of an IP: a) conceptual design; b) preliminary and final designs; c) assembly, integration, and testing; d) operation.*
4. *Develop an overall view of IP, including a) objectives; b) specifications; c) operation, calibration, and maintenance; d) system architecture and design, including subsystems and instrument "error budget"; e) interfaces; f) architecture of optical, mechanical, electronic, and computational systems; g) data analysis,*

including extraction algorithms and quality control ; h) safety analysis and risk assessment; i) management plan, time planning, budget planning, product trees e traceability matrices.

5. Explain the rationale of a PI subsystem.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Os conteúdos programáticos encontram-se divididos em cinco blocos:

- 1. Seminários de instrumentação: a) instrumentação virtual; b) novos transdutores e transdutores inteligentes; c) processamento em tempo real; d) telemetria bidirecional; e) redes de transdutores.*
- 2. Engenharia de sistemas para projetos de instrumentação: a) etapas do ciclo de vida; b) processos técnicos; c) processos de projeto; d) processos empresariais e contratos; e) atividades do processo de engenharia de sistemas; f) atividades de suporte à engenharia de sistemas. Este bloco segue essencialmente o INCOSE v3.0*
- 3. Projetos de instrumentação em organizações internacionais de infra-estruturas de investigação: a) CERN; b) ESA; c) ESO; d) ESRF; ITER.*
- 4. Práticas de contratação em organizações internacionais de infra-estruturas de investigação.*
- 5. Tópicos de instrumentação (específico para o projeto de cada estudante).*

10.4.1.5. Syllabus:

The syllabus is divided in five blocks:

- 1. Instrumentation seminars: a) virtual instruments; b) new transducers and intelligent transducers; c) real-time processing; d) bidirectional telemetry; e) transducer networks.*
- 2. Systems engineering for instrumentation projects; a) Generic life-cycle stages; b) technical processes; c) project processes; d) enterprise and agreement processes; e) systems engineering process activities; f) system engineering support activities. This block essentially follows INCOSE v3.0.*
- 3. Instrumentation projects in international organizations of research infrastructures: a) CERN; b) ESA; c) ESO; d) ESRF; ITER.*
- 4. Procurement practices in international organizations of research infrastructures.*
- 5. Instrumentation topics (specific to each student's project).*

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

O primeiro objetivo de aprendizagem é conseguido através dos conteúdos programáticos abordados no item "1. Seminários de instrumentação avançada".

O segundo objetivo é conseguido através dos conteúdos programáticos: a) "3. Projetos de instrumentação em infraestruturas internacionais de investigação"; b) "4. Práticas de contratação em infraestruturas interacionais de investigação".

O terceiro objetivo é "Identificar as etapas de desenvolvimento de um PI.". Este objetivo é conseguido através do conteúdo programático "2. Engenharia de sistemas para projetos de instrumentação: a) estádios genéricos do ciclo de vida".

O quarto objetivo é conseguido através dos restantes sub-itens do conteúdo programático "2. Engenharia de sistemas para projetos de instrumentação".

O quinto e último é "Explicar o racional de um subsistema de um projeto de instrumentação" é conseguido através do conteúdo programático "5. Tópicos de instrumentação".

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

The first major learning objective is achieved with the contents addressed in topic "1. Advanced instrumentation seminars".

The second objective is achieved with the following topics: a) "3. Instrumentation projects in international organizations of research infrastructures"; b) "4. Procurement practices in international organizations of research infrastructures".

The third objective is to identify the development stages of an IP. This objective is achieved with topic "2.

Systems engineering for instrumentation projects; a) Generic life-cycle stages".

The fourth objective is achieved with the remaining subtopics of "2. Systems engineering for instrumentation projects".

The fifth and last objective is to explain the rationale of a PI subsystem and is achieved with topic "5. Instrumentation topics".

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Pontos 1 e 2: serão fornecidos através de seminários ministrados pelos docentes da UC.

Pontos 3 e 4: serão fornecidos através de seminários ministrados por oradores convidados oriundos de organizações internacionais e pelo ponto de contacto para a indústria da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT). Em casos especiais, tal como o ITER, terão lugar visitas ao Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN), em Lisboa, no âmbito do acordo FEUP-IST.

Ponto 5: serão fornecidos individualmente em sessões OT no âmbito do projeto de cada estudante.

Avaliação:

Relatório do projeto individual 50%

Apresentação oral projeto individual 50%

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Items 1 and 2: to be delivered in seminar classes by the UC's teaching staff.

Items 3 and 4: to be delivered in seminar classes by invited speakers from the international organizations and the FCT's (Foundation for Science and Technology) Industrial Liaison Officer. In special cases, like ITER, visits to the Lisbon-based IPFN (Institute for Plasma Research and Nuclear Fusion) will take place within FEUP-IST agreement.

Item 5 to be individually delivered in tutorial guidance sessions within the scope of each student's project.

Evaluation:

Individual project report 50%

Oral presentation of the individual project 50%

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

Os primeiros quatro objetivos de aprendizagem são de um nível cognitivo relativamente moderado, sendo adequada uma transmissão por via de seminários e aulas teórico-práticas. Uma parte crítica destes objetivos é a identificação de correntes atuais de instrumentação avançada e a compreensão da diversidade de contextos em que os projetos de instrumentação têm lugar, incluindo as várias organizações internacionais de infraestruturas de investigação. Para responder a este requisito serão convidados especialistas destas organizações. A parte importante ligada à contratação destes projetos será dada pelo Industrial Liaison Officer da Fundação de Ciência e Tecnologia.

O quinto objetivo de aprendizagem é mais sofisticado uma vez que se pretende que o estudante explique o racional de um subsistema de um projeto de instrumentação. Esta parte obriga à análise de um subsistema, explicando o lugar do subsistema no projeto de instrumentação, à comparação e seleção da configuração final do subsistema tendo em conta os trade-offs, à realização de trabalho técnico relevante para o subsistema (e.g. um desenho preliminar de aspetos relevantes da optomecânica ou eletrónica). Este objetivo é conseguido através de orientação tutorial dos membros da equipa docente e de membros relevantes da organização internacional na qual o projeto de instrumentação foi realizado.

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

The first four learning objectives are of a relatively moderate cognitive level, with an adequate transmission via seminars and lectures. A critical part of these objectives is the understanding of the current trends in advanced instrumentation and the understanding of the diverse contexts where instrumentation projects take place, including several international organizations of research infrastructures. To fulfil this requirement, international experts from these organizations will be invited. The key item regarding procurement will be addressed by FCT's Industrial Liaison Officer.

The fifth learning objective is more sophisticated since the student is supposed to explain the rationale of an instrumentation project subsystem. It requires the subsystem analysis, explaining its function within the instrumentation project. Also to compare and define the final configuration taking into account the involved trade-offs, to undertake the technical work relevant for the subsystem (e.g. preliminary design of relevant aspects of optomechanics or electronics). This objective is achieved via tutorial supervision by the teaching

staff and relevant members of the international organization where the instrumentation project was carried.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL

Blanchard & Fabrycky, 2010, Systems Engineering and Analysis, Prentice Hall

2015, INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities

W. Boyes, 2009, Instrumentation Reference Book, 4th Edition, Butterworth-Heinemann

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

Portfólio de projectos de instrumentação (ESO, ITER, CERN, ESA, ESRF)

Peter Fortescue, Graham Swinerd and John Stark, Spacecraft system engineering, 2011, John Wiley & Sons.

Mapa XIV - Reconhecimento e Análise de Imagem / Image Analysis and Recognition

10.4.1.1. Unidade curricular:

Reconhecimento e Análise de Imagem / Image Analysis and Recognition

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

Aurélio Joaquim de Castro Campilho(11T, 11OT)

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

José Rouco Maseda (6 T)

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

Esta unidade curricular tem como objetivo providenciar aos estudantes a capacidade para compreenderem e aplicarem alguns dos mais recentes avanços no campo do Reconhecimento e Análise de Imagem, que está em rápida evolução. A unidade curricular é baseada num livro recomendado e num conjunto de artigos originais selecionados de modo a permitirem aos estudantes o seguimento dos avanços nos tópicos cobertos na unidade curricular. Os principais tópicos analisados permitirão aos estudantes desenvolver capacidades e competências em segmentação de imagem, seguimento de objetos, alinhamento de imagens, reconhecimento de objetos e padrões. A u.c. foca-se no uso dos métodos e técnicas com potencial aplicação em inspeção visual, processamento de documentos, biometria e imagem biomédica.

Competências a adquirir: Desenvolver capacidades e competências em segmentação de imagem, seguimento de objetos, alinhamento de imagens, reconhecimento de objetos e padrões.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This curricular unit aims to give the students the ability to understand and apply some of the most recent advances in this rapid evolving field of Image Analysis and Recognition. This CU is based on a recommended textbook along with a list of selected original research papers in order to allow the students to follow the advances in the addressed topics. The main topics covered will allow the students to develop abilities and skills in: image segmentation, tracking, image registration, and object and pattern recognition and matching. The CU focuses on the use of the methods and techniques with potential for applications, such as visual inspection, document processing, biometrics and biomedical images.

Skills to acquire: develop abilities and skills in image segmentation, tracking, image registration, and object and pattern recognition and matching.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Melhoramento da imagem 2. Da cor até arestas e texturas 3. Segmentação a. Métodos de agrupamento. Introduzindo restrições locais. Mean Shift b. Agrupamento baseado em teoria dos grafos. Medidas de afinidade. "Graph Cuts". 4. Análise de movimento a. Subtração de fundo b. Fluxo ótico c. Seguimento de objetos usando modelos dinâmicos lineares e não lineares. 5. Alinhamento de imagens a. Geometria reconstrutiva de múltiplas vistas. b. Estratégias para o alinhamento de imagens e objetos de modo rígido e não rígido. c. Descriptores locais invariantes e medidas invariantes. 6. Reconhecimento de imagens a. Ferramentas de aprendizagem máquina b. Extração e seleção de descritores: i. Análise de componentes principais. ii. Representação de objetos usando descriptores invariantes. c. Modelação de objetos i. Modelos de aparência ativos. ii. Modelos de constelação e de forma implícita. iii. Modelos tipo saco de termos visuais. d. Exemplos de reconhecimento de objetos.

10.4.1.5. Syllabus:

1. Image Enhancement 2. From color to edges and textures 3. Segmentation a. Clustering methods. Embedding local constraints. Mean Shift c. Graph-theoretic clustering. Affinity measures. Graph Cuts. 4. Motion analysis a. Background subtraction b. Optical flow c. Tracking using linear and non-linear dynamical models. 5. Image Registration a. Multi view geometry. b. Strategies for image registration of rigid and non-rigid objects. c. Local

invariant features and similarity measures. 6. Image Recognition a. Machine learning tools b. Feature extraction and selection: i. Principal Component analysis. ii. Object and shape representation using invariant features. c. Object modeling i. Active appearance models. ii. Constellation model and the Implicit Shape Model. iii. Bag of visual term models. d. Recognition examples

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

O conteúdo da unidade curricular de Reconhecimento e Análise de Imagem inclui um conjunto avançado de tópicos que permite atingir os objetivos mencionados. Os tópicos ensinados estão diretamente associados aos objetivos específicos a alcançar e às competências metodológicas e de aplicação que se pretende que os estudantes alcancem. Assim, os tópicos ensinados nos capítulos 1 a 3 (Melhoramento de Imagem, Cór, Orlas e Textura e Segmentação) preparam os estudantes com as metodologias básicas necessárias para abordar os tópicos avançados ensinados nos capítulos 4 a 6 (Análise de Movimento, Alinhamento de Imagens e Reconhecimento de Imagens). As competências de natureza aplicacional em diversos domínios (Inspeção Visual, Processamento de Documentos, Imagem Biomédica e Biometria) são garantidos pela sua ilustração em cada capítulo e através de trabalhos laboratoriais e um projeto.

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

The syllabus of the Image Analysis and Recognition CU includes a set of advanced topics that allow reaching the mentioned objectives. The course topics are directly associated to the aimed specific objectives and to the methodological and applicational skills that students should acquire. Thus, the topics taught in chapters 1-3 (Image Enhancement, Color, Edges and Texture, and Segmentation) prepare the students with the introductory methodological material to approach the advanced topics taught in chapters 4-6 (Motion Analysis, Image Registration, Image Recognition). The applicational skills in several fields (Visual Inspection, Document Processing, Biomedical Images and Biometrics) are achieved by their illustration in each chapter and by lab work and project implementation.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Esta unidade curricular está organizado aulas teóricas, compreendendo a exposição teórica e aulas de orientação tutorial onde são abordados exercícios de visão por computador.
Avaliação distribuída com exame final. (Fórmula de cálculo da classificação final: A avaliação e nota final será calculada usando o seguinte esquema: Trabalhos práticos: 60% (15% por cada um dos 4 trabalhos)
Apresentação de uma publicação escolhida pelo estudante: (10%) Exame final: 30% As notas serão atribuídas na escala de 0 a 20. Para passar na u.c. é necessária uma nota final de 10 ou mais.*

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*This curricular unit is organized in lectures, which include oral presentations and computer vision labs under supervised tutoring.
Distributed evaluation with final examination. (Formula for calculating the final grade: Grading and evaluation is based on the following scheme: Practical assignments: 60% (15% for each one of the 4 assignments).
Presentation of a selected research paper: (10%), Final examination: 30%. Grading will be from 0 to 20. A final passing grade in the CU corresponds to a minimum of 10.*

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

As metodologias de ensino adotadas nesta UC incluem aulas expositivas apoiada por diapositivos e incluem a discussão de casos de estudo de modo a envolver e motivar os estudantes. Por outro lado, os trabalhos solicitados ao longo desta UC aos estudantes incluem a preparação de quatro projetos de curta duração e âmbito limitado (tipicamente um capítulo) e correspondente apresentação e demonstração, e o estudo e apresentação de um artigo publicado em revista da especialidade. A adoção destes trabalhos permite completar os objetivos de aprendizagem desta UC ao desenvolver e incentivar o estudo autónomo, a realização autónoma de um projeto, a preparação e realização de apresentações orais e a preparação de relatórios escritos.

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

The teaching methodologies adopted in this Curricular Unit include lectures with slide presentations and discussion of case studies in order to involve and motivate students. On the other hand, during this CU students are asked to complete four practical assignments, as projects of short duration and limited scope (typically a chapter), and corresponding presentation and demonstration. Another assignment is the study and presentation of a journal paper. As a whole, these assignments complete the learning outcomes intended for this CU, namely by developing and encouraging autonomous study, project development, the preparation and delivery of oral presentations and the preparation of written reports.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Forsyth and Ponce; Computer Vision. A Modern Approach,, Prentice Hall, 2002; revistas mais importantes na

área da UC

Mapa XIV - Tecnologias de Microeletrónica e Microeletromecânica

10.4.1.1. Unidade curricular:

Tecnologias de Microeletrónica e Microeletromecânica

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

Vítor Manuel Grade Tavares TP-17h, OT-11h

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Por falta de caracteres disponíveis no campo 10.4.1.1., indicamos neste campo a designação da unidade curricular em inglês: Microelectronic and Microelectromechanical Technologies./ Since there are no characters available in field 10.4.1.1., we indicate here the name of the curricular unit in English: Microelectronic and Microelectromechanical Technologies.

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

Esta unidade curricular tem como objetivo desenvolver o conhecimento necessário para entender o estado da arte das tecnologias de semicondutores e sistemas MEMS, bem como as questões de integração de elementos mecânicos e eletrónicos. Será proposto um projeto, com âmbito abrangente e duração de um semestre, do desenho de um sensor e respetivos circuitos de leitura. Este processo requer a compreensão das técnicas de desenho analógico, assim como do fluxo de desenho utilizado na fabricação de dispositivos MEMS, oferecendo a visão integrada do desenho destes elementos. Os conceitos básicos e circuitos para redução de ruído global e interface entre o universo MEMS-analógico e o digital, tanto no nível do circuito como de metodologias de projeto, também são abordados para a compreensão dos aspetos fundamentais associados com a integração completa do sistema.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The objective of this CU is to develop the background knowledge necessary to understand the state-of-the-art of semiconductor and Micro-Electro Mechanical Systems (MEMS) technologies, as well as the issues of integrating mechanical elements and electronics. A comprehensive, semester-long project is assigned, comprising the design of a sensor and the electronic front-end. This process requires the understanding of analogue design techniques as well as the basic design-flow used in the fabrication of MEMS devices, providing the integrated view of a MEMS-based sensor and analog front-end design. The basic concepts and circuits for global noise reduction and interface between MEMS-analogue and digital worlds, both at the circuit level and design methodologies, are also addressed for the understanding of the fundamental aspects associated with full system integration.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

MEMS:

- 1- Introdução às MEMS: Conceitos físicos principais, piezoresistividade, piezoelectricidade, transdução capacitiva.*
- 2- Fundamentos sobre sensores MEMS*
- 3- Modelização, desenho e processos de fabrico MEMS.*

CMOS:

- 1- Física do MOSFET - Modelos.*
- 2- Regras de tecnologia e desenho estrutural.*
- 3- Células analógicas básicas: Introdução.*
- 4- Células referência de tensão e corrente.*
- 5- Espelhos de corrente – Cargas ativas.*
- 6- Análise de amplificadores CMOS de saída simples e completamente diferenciais*
- 7- Definições de ruído, fontes de ruído em circuitos e análise.*
- 8- circuitos de leitura Analógicos vs tempo discreto.*
- 9- Desenho de baixo ruído: Amplificador de carga e “Chopper stabilization”.*
- 10- Circuitos de condensadores comutados (SC).*
- 11- Injeção de relógio: ruído, “offset”, não-linearidade.*
- 12- Síntese de filtros SC.*
- 13- Filtros Gm-C (síntese).*
- 14- Conversores A/D e D/A – Figuras de mérito.*
- 15- Tipos de A/D e D/A com ênfase nos sigma-delta.*

10.4.1.5. Syllabus:

MEMS Design:

- 1- Introduction to MEMS: Main physical concepts: piezoresistivity, piezoelectricity, capacitive transduction.
- 2- MEMS device basics
- 3- Modeling, design and MEMS fabrication process.

CMOS Design:

- 1- Physics of the MOSFET – Modeling
- 2- Technology rules and layout.
- 3- Basic Analog Cells - Introduction.
- 4- Voltage and current reference cells.
- 5- Current mirrors – Active loads
- 6- CMOS amplifier analysis: single ended and fully differential
- 7- Noise definitions, noise sources in circuits and analysis.
- 8- Analog vs discrete-time read-chain.
- 9- Low-noise design: Charge Amplifier design and Chopper stabilization.
- 10- Switched Capacitor (SC) circuits.
- 11- Clock Feedthrough (CFT): noise, offset, nonlinearity.
- 12- SC Filters synthesis.
- 13- Gm-C Filters (synthesis).
- 14- A/D and D/A converters - figures of merit.
- 15- Converter types with emphasis on Sigma-Delta.

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

Inicialmente (conteúdos programáticos MEMS 1-3) são introduzidos os conceitos mais importantes e necessários ao desenho de sensores MEMS. Cumpre-se assim o primeiro grande objetivo de aprendizagem. Em CMOS 1-15 cobrem-se todos os aspetos fundamentais associados ao desenho do sistema eletrónico de leitura usando tecnologias CMOS. Este processo passa pelo conhecimento profundo dos dispositivos ativos e processo de desenho (CMOS 1-2). Seguidamente, é necessário compreender como desenhar e projetar o conjunto de células que compõem diferentes circuitos de leitura, desde os blocos genéricos (CMOS 3-6), passando pelo entendimento dos aspetos não ideais e técnicas avançadas que minimizem os seus efeitos (CMOS 7-12), até aos blocos mais complexos que compõem toda a cadeia de leitura do sinal MEMS (CMOS 12-15). Ao longo do programa é mantido o contexto destes circuitos no objetivo de integração conjunta com o sensor MEMS, cumprindo assim o segundo grande objetivo de aprendizagem.

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

Initially (MEMS 1-3 of the syllabus), the most important and necessary concepts for the design of MEMS sensors are introduced. This fulfils the first major learning objective. CMOS 1-15 covers all fundamental aspects related to the design of an electronic reading system using CMOS technologies. This process implies an in-depth knowledge of the active devices and the design process (CMOS 1-2). Then, there is the need to understand how to design and engineer the set of cells that form different reading circuits, from generic blocks (CMOS 3-6), to the understanding of non-ideal aspects and advanced techniques that minimise their effects (CMOS 7-12), all the way to the more complex blocks that make up the MEMS signal reading chain (CMOS 12-15). Throughout the programme, the context of these circuits is kept with the objective of joint integration with the MEMS sensor, thus fulfilling the second major learning objective.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular combina aulas presenciais com trabalho de projeto para proporcionar aos estudantes uma abordagem prática na conceção de sistemas de microeletrônica/MEMS. As aulas tomarão cerca de metade do tempo de contacto direto e cobrem fundamentalmente três módulos: Sensores MEMS e atuadores, princípios de microeletrônica, condicionamento de sinal e interface.

Tipo de Avaliação: distribuída sem exame final.

*Avaliação final=0,3*Trabalhos de Casa + 0,3*Projeto + 0,2*PrimeiraFrequência + 0,2*SegundaFrequência*

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This curricular unit combines lecture and project work to provide students with a practical, hands-on approach to microelectronics and micro-electro-mechanical systems (MEMS) technologies and systems conception. The lecture classes will take about half of the direct contact time, and will cover three main modules: MEMS sensors and actuators, Microelectronic principles, and Signal conditioning and interfacing.

Type of assessment: Distributed without final examination.

*Final grade=0.3*Homework + 0.3*Project + 0.2*First Mid-term Exam + 0.2*Second Mid-term Exam*

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

O método ensino preconizado é, em parte, orientado para projeto. Para além das aulas de exposição e dos

trabalhos de casa periódicos, é proposto um projeto que decorre durante todo o semestre e que corresponde ao desenvolvimento de uma cadeia de leitura, incluindo o desenho do transdutor MEMS. O trabalho de projeto permite ao estudante exercitar e aplicar os conhecimentos na resolução de um problema real de engenharia. Dada a complexidade envolvida no trabalho de projeto, cujas dependências são múltiplas, promove-se ainda o trabalho em equipa. Periodicamente os estudantes apresentam, de forma individual, os progressos do projeto e fomenta-se a discussão de resultados e dificuldades. Com este método de ensino pretende-se que o estudante aprenda a equacionar/especificar corretamente um problema, que seja capaz de tomar decisões fundamentadas dentre um conjunto opções disponíveis e desenvolver o sentido crítico.

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

The proposed teaching method é partially oriented towards the project. Apart from lectures and periodic homework, a project is proposed, taking place during the whole semester and corresponding to the development of a reading chain, including the design of the MEMS transducer. The project assignment allows students to practice and apply their knowledge on the resolution of a real engineering problem. Given the complexity the project assignment entails, with multiple dependencies, teamwork is also encouraged. Periodically, students individually present their project progress, with the discussion of the results and the difficulties encountered. The aim of this teaching method is that students learn how to correctly equate/specify a problem, that they are able to make informed decisions from a set of available options and to develop their critical capacity.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Allen, Phillip E. (2002); CMOS analog circuit design. ISBN: 0-19-511644-5
Baker, R. Jacob (2010); CMOS circuit design, layout, and simulation. ISBN: 0-7803-3416-7
Johns, David (1997); Analog integrated circuit design. ISBN: 0-471-14448-7
S. D. Senturia; Microsystems Design
Behzad Razavi (2003); Design of Analog CMOS Integrated Circuits*

Mapa XIV - Técnicas de Micro e Nano-fabricação / Micro and Nano-fabrication Techniques

10.4.1.1. Unidade curricular:

Técnicas de Micro e Nano-fabricação / Micro and Nano-fabrication Techniques

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

Paulo Vicente da Silva Marques OT-28h

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não aplicável/Not applicable

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

Objetivos

Esta unidade curricular está focada nos aspetos científicos e tecnológicos relacionados com técnicas de micro e nanofabricação numa perspetiva de aproximação do tipo “bottom-down”. Os estudantes irão adquirir conhecimentos gerais sobre salas limpas e respetivas infraestruturas de apoio, bem como nas diversas técnicas de micro/nanofabricação, nas quais se incluem fotolitografia, deposição e erosão em plasma reativo. A discussão sobre aspetos físico/químicos subjacentes às diferentes técnicas será apresentada e discutida. Numa fase mais avançada os estudantes abordarão questões relacionadas com a fabricação de micro/nanodispositivos funcionais para diversas aplicações, tais como MEMS (Micro ElectroMechanical Systems), ótica integrada e microfluídica.

Competências Principais:

*concepção, condução de experiências, análise e interpretação crítica de dados;
trabalhar em equipas multidisciplinares;
identificar processos e/ou sistemas materiais para atingir determinadas especificações.*

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Objectives

This curricular unit is focused on the scientific and technological aspects related to micro and nanofabrication techniques in a bottom-down approach. Students will acquire knowledge about cleanrooms and associated support infrastructures, as well as the diverse micro/nanofabrication techniques, including photolithography, deposition and etching. The chemical/physical aspects underlying the different techniques will be presented and discussed. At a further stage, students will approach questions associated with the fabrication of functional micro/nano devices for several applications, such as MEMS, integrated optics and microfluidics.

Main skills

*To be able to plan and execute experiments and to perform critical analysis and interpretation of data
To be able to work in multidisciplinary teams
To be able to identify processes and/or materials systems to achieve certain specifications*

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

- *Introdução e tecnologias de salas limpas: características gerais e especificações de salas limpas. Modo de funcionamento e sistemas de apoio. Regras gerais de funcionamento e segurança.*
- *Caraterísticas gerais e especificações de salas limpas. Modo de funcionamento e sistemas de apoio. Regras gerais de funcionamento e segurança.*
- *Fabricação de filmes finos por “sputtering”, evaporação térmica, feixes de eletrões e iões, e por “Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition” (PECVD).*
- *Microlitografia: produção de máscaras por litografia de contacto e escrita direta a laser.*
- *Microestruturação em plasma reativo (“dry-etching”). Micromaquinação de silício em solução (“wet-etching”).*
- *Micromaquinação de silício*
- *processo LIGA e processos de micromoldagem*
- *Realização de mini-projetos (MEMS, óptica integrada, microfluídica)*
- *Apresentação oral dos resultados obtidos*

10.4.1.5. Syllabus:

- *Introduction and cleanroom technology. General characteristics and specifications for cleanrooms. Operating mode and support systems. General rules of operation and safety.*
- *Production of thin films by sputtering, thermal evaporation, ion and electron beams, and Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition (PECVD).*
- *Microlithography: production of masks by contact lithography and laser direct writing.*
- *Reactive plasma (dry-etching) micromachining. Micromachining of silicon in solution (wet-etching).*
- *Silicon micromachining*
- *LIGA and micromoulding processes*
- *Execution of mini-projects (MEMS, integrated optics, microfluidics)*
- *Oral presentation of results*

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

A realização das experiências propostas é definida após as primeiras aulas teórico-práticas e a leitura de alguns artigos ou documentos técnicos fornecidos no início da unidade curricular, estimulando-se os estudantes a procurar informação adicional de modo a colmatar deficiências de formação. Baseados nessa informação os estudantes deverão planejar a experiência a realizar. No final deverão elaborar um relatório sucinto que descreva uma das experiências realizadas e deverão fazer uma apresentação oral do mesmo. Os trabalhos são efetuados individualmente ou em grupos de dois ou três estudantes.

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

The experiments proposed are defined after the first theoretical/practical sessions and the reading of some papers and technical documents provided at the beginning of the curricular unit, and students are encouraged to seek additional information in order to address any shortcomings in training. Based on this information, students should plan the experiment to be performed. At the end, they should write a short report describing one of the experiments carried out, and present it orally. Works are carried out individually or in groups of two or three students.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino desta unidade curricular é baseado numa aproximação do tipo de resolução de problemas. Os estudantes, baseados nos conhecimentos técnicos adquiridos através da leitura dos artigos científicos e ou documentos técnicos fornecidos, planeiam a experiência a efetuar, sendo apoiados pelo docente. O docente apoiará ainda os estudantes na realização da experiência e na análise crítica dos resultados. O docente deverá ainda debater com os estudantes quais os resultados mais relevantes e que deverão ser alvo de uma análise mais detalhada.

A avaliação consiste em três componentes distintas: avaliação contínua (10%), ensaio individual (45%) apresentação oral do ensaio efetuado e questões orais sobre técnicas de micro e nanofabricação (45%)
Classificação mínima de 7,0 valores em cada componente.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching in the curricular unit is based on a problem solving approach. Based on the technical knowledge acquired by reading scientific papers and technical documents provided and with their teacher's support, students plan the experiment to be performed. The teacher will also support the students in the experiment and in the critical analysis of the results. The teacher should also discuss the most relevant results, and those that should be the subject to a more detailed analysis, with the students.

The assessment consists of three distinct components: continuous evaluation (10%), individual essay (45%), oral presentation of work carried out and oral questions about micro and nanofabrication techniques (45%)
A minimum grade of 7.0/20 in each component is mandatory.

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

A metodologia implementada nesta unidade curricular fomenta a auto-organização dos estudantes bem como a sua capacidade de autocritica, aliada aos benefícios do trabalho efetuado em parceria (quando aplicável). Simultaneamente, estimula uma análise de resultados cuidadosa e uma distinção entre o essencial e o acessório. O relatório e a apresentação oral do trabalho efetuado e dos resultados obtidos promovem as capacidades de escrita e comunicação.

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

The methodology implemented in this curricular unit promotes self-organization of the students and their self-criticism capacity, coupled with the benefits of work done in partnership (when applicable). It simultaneously stimulates a careful analysis of results and a distinction between the essential and the accessory. The report and the oral presentation of the work done and the results obtained promote writing and communication skills.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Madou MJ,(2002). Fundamentals of microfabrication: the science of miniaturization, CRC Press

Rai-Choudry P,(1997). Handbook of Microlithography, Micromachining and Microfabrication, Vol 1,2, SPIE Press

Franssila S. (2010). Introduction to Microfabrication, 2ªedição, Wiley