

ACEF/1516/1001461 — Guião para a auto-avaliação

Caracterização do ciclo de estudos.

A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:

Universidade De Lisboa

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

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

Faculdade De Ciências (UL)

A3. Ciclo de estudos:

Engenharia Física

A3. Study programme:

PhD Physical Engineering

A4. Grau:

Doutor

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

Criação-DR 2ª s, N.º 41, 27 fev. Desp. 2797/12; Alteração DR 2ª s, N.º 212, 3 nov.-Desp. 13317/14

A6. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharias e Tecnologias Físicas

A6. Main scientific area of the study programme:

Engineering and Physical Technologies

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

441

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

240

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

4 anos

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

4 years

A10. Número de vagas proposto:

20

A11. Condições específicas de ingresso:*São admitidos como candidatos à inscrição:*

a) Os titulares de grau de mestre ou equivalente legal nas áreas de Engenharia Física, Física Tecnológica, Física ou áreas afins;

b) A título excepcional, os titulares de grau de licenciado ou equivalente legal, detentores de um currículo escolar ou científico ou profissional especialmente relevante que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo órgão legal e estatutariamente competente.

A11. Specific entry requirements:*Requirements for admission:*

a) holders of master's degree or equivalent in the areas of Physical Engineering, Technological Physics, Physics or a related field;

b) exceptionally, the Bachelor's degree holders or equivalent in the areas specified above or related fields, holders of a relevant academic or scientific or professional curriculum recognized as attesting the capacity to accomplish this cycle of studies by the Scientific Council of the Faculty of Science, University of Lisbon.

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:**

PhD Physical 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* |
|---|------------------------|------------------------------------|---|
| Engenharias e Tecnologias Físicas | ETFIS (ECTS opt: 0-30) | 207 | 0 |
| Ciências Empresariais, da Gestão e da Organização | CEGO (ECTS opt: 3-9) | 0 | 3 |
| OUTra | OUT (ECTS opt: 0-30) | 0 | 0 |
| (3 Items) | | 207 | 3 |

A14. Plano de estudos**Mapa II - N.A. - 1º ano/1º e 2º semestres****A14.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia Física***A14.1. Study programme:***PhD Physical Engineering***A14.2. Grau:***Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***N.A.***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***N.A.***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano/1º e 2º semestres***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year/1st and 2nd semesters***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares / | Área Científica / Scientific | Duração / Duration | Horas Trabalho / Working | Horas Contacto / Contact Hours | ECTS | Observações / Observations (5) |
|-------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|------|--------------------------------|
|-------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|------|--------------------------------|

| Curricular Units | Area (1) | (2) | Hours (3) | (4) | | |
|---------------------------|----------|-------------|-----------|-------|----|---|
| Opção | CEGO | Semestral | 84 | - | 3 | Optativa |
| Seminário | ETFIS | Anual | 168 | S:28 | 6 | Frequência semanal de seminários |
| Disciplinas de Opção | - | Semestral | 504 | - | 18 | Optativas; mínimo de 18 ECTS e máximo de 30 ECTS |
| Seminário de Investigação | ETFIS | 2º semestre | 84 | OT:7 | 3 | Obrigatória |
| Projeto de Investigação | ETFIS | Anual | 504 | OT:48 | 18 | mínimo de 18 ECTS e máximo de 30 ECTS. A soma das u.c. opt. com o Projeto deve ser 48ECTS |
| (5 Items) | | | | | | |

Mapa II - N.A. - 2º ano/1º e 2º semestres

A14.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia Física

A14.1. Study programme:

PhD Physical Engineering

A14.2. Grau:

Doutor

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

N.A.

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

N.A.

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano/1º e 2º semestres

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd year/1st and 2nd semesters

A14.5. Plano de estudos / Study plan

| Unidades Curriculares / Curricular Units | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|---|
| Seminário Doutoral I | ETFIS | Anual | 168 | OT:28 | 6 | Inclui entrega relatório escrito e apresentação oral perante júri |
| Tese de Doutoramento | ETFIS | Anual | 1512 | OT:91 | 54 | |
| (2 Items) | | | | | | |

Mapa II - N.A. - 3º ano/1º e 2º semestres

A14.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia Física

A14.1. Study programme:

PhD Physical Engineering

A14.2. Grau:*Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***N.A.***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***N.A.***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***3º ano/1º e 2º semestres***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***3rd year/1st and 2nd semesters***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares / Curricular Units | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|---|
| Seminário Doutoral II | ETFIS | Anual | 168 | OT:28 | 6 | Inclui entrega de relatório escrito e apresentação perante júri |
| Tese de doutoramento (2 Items) | ETFIS | Anual | 1512 | OT:91 | 54 | |

Mapa II - N.A. - 4º ano/1º e 2º semestres**A14.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia Física***A14.1. Study programme:***PhD Physical Engineering***A14.2. Grau:***Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***N.A.***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***N.A.***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***4º ano/1º e 2º semestres***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***4th year/1st and 2nd semesters***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares / Curricular Units | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|---|
| Seminário Doutoral III | ETFIS | Anual | 168 | OT:28 | 6 | Inclui entrega relatório escrito e apresentação oral perante júri |
| Tese de Doutoramento (2 Items) | ETFIS | Anual | 1512 | OT:91 | 54 | |

Mapa II - Grupo Opcional: Top Avanc de Eng Fis- Tecnologias Instrumentais, Óticas e Fotónicas - 1ºAno

A14.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia Física

A14.1. Study programme:

PhD Physical Engineering

A14.2. Grau:

Doutor

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

Grupo Opcional: Top Avanc de Eng Fis- Tecnologias Instrumentais, Óticas e Fotónicas

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

Optional Group: Adv Topics in Phys. Eng - Instrumental Technologies, Optics and Photonic

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1ºAno

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) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|---------------------------------|
| Engenharia de Sistemas de Processamento Laser | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Processamento de Materiais por Laser | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Sistemas no Infravermelho | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Arquiteturas e Tecnologias de Sistemas de Imagem | ETFIS | semestral | 168 | T:28; PL:56 | 6 | Optativa |
| Propagação de Feixes | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Metrologia Ótica Avançada | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Processamento Digital de Imagem Avançado | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Fotónica Avançada | ETFIS | semestral | 168 | T:28; PL:56 | 6 | Optativa |
| Sensores Óticos | ETFIS | semestral | 168 | T:28; PL:56 | 6 | Optativa |
| Metrologia e Engenharia da Medida | ETFIS | semestral | 168 | T:28; TP:28 | 6 | Optativa |
| Outras disciplinas da FCUL, de 3º ciclo, mediante acordo da Coordenação do Curso | QA | semestral | 168 | - | 6 | Optativas (nº de ECTS variável) |
| Disc.de 3º ciclo de outras IES mediante Protocolo, ou de Escolas integradas em redes europeias, ou prog. | QA | semestral | 168 | - | 6 | Optativas (nº de ECTS) |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|-----------|
| doutorais nacionais de que a FCUL faça parte (12 Items) | | | | | | | variável) |
|--|--|--|--|--|--|--|-----------|

Mapa II - Grupo Opcional: Tóp. Avançados de Eng. Física - Tecnologia das Radiações Nucleares e de Partículas - 1ºAno

A14.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia Física

A14.1. Study programme:

PhD Physical Engineering

A14.2. Grau:

Doutor

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

Grupo Opcional: Tóp. Avançados de Eng. Física - Tecnologia das Radiações Nucleares e de Partículas

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

Optional Group: Adv Topics in Physics Engineering - Technology of Nuclear Radiation and Particles

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1ºAno

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) |
|---|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Reações Nucleares | ETFIS | semestral | 56 | T:7; PL:21 | 2 | Optativa |
| Técnicas Nucleares com Feixes de Iões | ETFIS | semestral | 56 | T:7; PL:21 | 2 | Optativa |
| Técnicas e Aplicações Nucleares com Neutrões | ETFIS | semestral | 168 | T:28; PL:56 | 6 | Optativa |
| Análise de Dados em Física Nuclear e de Partículas | ETFIS | semestral | 56 | T:7; PL:21 | 2 | Optativa |
| Simulação de Monte Carlo | ETFIS | semestral | 56 | T:7; PL:21 | 2 | Optativa |
| Detetores de Radiação e de Partículas | ETFIS | semestral | 56 | T:7; PL:21 | 2 | Optativa |
| Outras disciplinas da FCUL, de 3º ciclo, mediante acordo da Coordenação do Curso | - | semestral | 168 | - | 6 | Optativa (nº de ECTS variável) |
| Disc.de 3º ciclo de outras IES mediante Protocolo, ou de Escolas integradas em redes europeias, ou prog. doutorais nacionais de que a FCUL faça parte | - | semestral | 168 | - | 6 | Optativa (nº de ECTS variável) |
| (8 Items) | | | | | | |

Mapa II - Grupo Opcional A: Tópicos Avançados em Engenharia Física - Instrumentação - 1ºAno

A14.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia Física

A14.1. Study programme:*PhD Physical Engineering***A14.2. Grau:***Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Grupo Opcional A: Tópicos Avançados em Engenharia Física - Instrumentação***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Optional Group A: Advanced Topics in Physics Engineering - Instrumentation***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) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Microeletrónica | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Instrumentos Virtuais e Sistemas Automáticos de Medida | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Técnicas Avançadas de Controlo | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Ruído em Sistemas Electrónicos | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Processamento Estatístico de Sinais | ETFIS | semestral | 56 | T:7;PL:21 | 2 | Optativa |
| Tópicos Avançados de Controlo e Arquitetura de Sistemas de Instrumentação | ETFIS | semestral | 168 | T:28; TP:28 | 6 | Optativa |
| Outras disciplinas da FCUL, de 3º ciclo, mediante acordo da Coordenação do Curso | QA | semestral | 168 | - | 6 | Optativa (nº de ECTS variável) |
| Disc. de 3º ciclo de outras IES mediante Protocolo, ou de Escolas integradas em redes europeias, ou prog. doutorais nacionais de que a FCUL faça parte | QA | semestral | 168 | - | 6 | Optativa (nº de ECTS variável) |
| (8 Items) | | | | | | |

Mapa II - Grupo Opcional A: Tópicos Avançados de Engenharia Física - Materiais e Sistemas Nano-estruturados - 1º ano**A14.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia Física***A14.1. Study programme:***PhD Physical Engineering***A14.2. Grau:***Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Grupo Opcional A: Tópicos Avançados de Engenharia Física - Materiais e Sistemas Nano-estruturados*

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):*Optional Group A: Advanced Topics in Physics Engineering - Materials and Nanostructured systems***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) |
|---|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Caracterização Magnética de Alta Resolução | ETFIS | semestral | 56 | T:7; PL:21 | 2 | Optativa |
| Propriedades de Transporte Elétrico | ETFIS | semestral | 56 | T:7; PL:21 | 2 | Optativa |
| Microscopia de Varrimento por Sonda | ETFIS | semestral | 56 | T:7; PL:21 | 2 | Optativa |
| Tecnologias de Filmes Finos | ETFIS | semestral | 56 | T:7; PL:21 | 2 | Optativa |
| Cálculos de Estruturas de Bandas | ETFIS | semestral | 56 | T:7; PL:21 | 2 | Optativa |
| Outras disciplinas da FCUL, de 3º ciclo, mediante acordo da Coordenação do Curso | - | semestral | 168 | - | 6 | Optativa (nº de ECTS variável) |
| Disc.de 3º ciclo de outras IES mediante Protocolo, ou de Escolas integradas em redes europeias, ou prog. doutorais nacionais de que a FCUL faça parte | - | semestral | 168 | - | 6 | Optativa (nº de ECTS variável) |
| (7 Items) | | | | | | |

Perguntas A15 a A16**A15. Regime de funcionamento:***Diurno***A15.1. Se outro, especifique:***<sem resposta>***A15.1. If other, specify:***<no answer>***A16. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos (a(s) respetiva(s) Ficha(s) Curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa VIII)***José Manuel Nunes Vicente Rebordão***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 - Conforme indicação da última CAE, esta pergunta A17 só se aplica em cursos de Formação de Professores****A17.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

Conforme indicação da última CAE, esta pergunta A17 só se aplica em cursos de Formação de Professores

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.

Conforme indicação da última CAE, esta pergunta A17 só se aplica em cursos de Formação de Professores

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

Not applicable

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 Name / 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:

As UC's do Curso de Formação Avançada (CFA) são ministradas das instalações da FCUL: no Campo Grande, na Tapada da Ajuda (IA) ou no Campus do Lumiar (DF/LOLS).

No âmbito do programa doutoral DAEPHYS - ver A20 e 3.2.2 - os estudantes podem ainda frequentar UC's das faculdades participantes, que serão posteriormente creditadas, e identificadas no suplemento ao diploma do CFA.

Poderão ainda ser objecto de creditação actividades adicionais de formação - estágios, participação em conferências, escolas de verão, etc - realizadas em organizações internacionais, em instituições de I&D com tradição histórica de cooperação ou em institutos com protocolos de cooperação específicos.

A actividade de I&D nos anos 2, 3 e 4 é realizada nas unidades de I&D da FCUL associadas ao ciclo de estudos, ou em entidades com quem a FCUL tenha celebrado protocolos que incluam acolhimento de actividades de doutoramento, ou em laboratórios de I&D internacionais, após protocolo.

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

[A19_Pergunta A19 - Despacho 15577-2014 - Regulamento de Creditação ULisboa.pdf](#)

A20. Observações:

O 3º ciclo de estudos (CE) em Engenharia Física (EF) foi criado em 2011 pela A3ES. O 1º doutoramento realizou-se em 22-12-2015. Até 1/2/2016, inscreveram-se 10 alunos, dos quais 3 estão em condições de o terminar em 2016. Pelo menos 2 novos alunos entrarão em 2/2016.

Um elemento fundamental deste CE foi a federação da actividade em EF da FCUL, da FCT-UNL, das Univ. de Coimbra e de Aveiro, e de várias unidades de I&D sob a forma de um programa doutoral FCT, o DAEPHYS (Doctorate in Applied and Engineering Physics), (<http://daephys.fis.uc.pt/>), com gestão do LIP. Este programa garante 20 bolsas durante 4 edições anuais de 4 anos cada, das quais 5 para a FCUL, completando o número de bolsas de doutoramento dos demais canais de financiamento (em particular da FCT).

O CE iniciou-se num período de crise económica e financeira. As decisões das empresas nacionais para financiar actividades de I&D em sistemas e tecnologias de base física, retraíram-se. O programa não conseguiu ainda promover a associação com um número significativo de empresas nacionais, embora um ou outro caso de ligações internacionais tenham sido bem sucedidos.

Ocorreu ainda, durante esta 1º fase da vida do CE, a reorganização do sistema de unidades de I&D da FCT, com marcas positivas e negativas na FCUL:

POSITIVAS: melhor organização das questões relativas a instrumentação para ciências do espaço, bem como uma melhor ligação da área da biologia à física, importante para sensores e imagiologia;

NEGATIVAS: redução das actividades de I&D relativas a radiações e física nuclear, cuja reorganização deve agora ser conseguida num novo contexto, certamente através de uma mais eficaz e institucionalizada relação com o LIP.

A relevância do programa DAEPHYS transcende o número de bolsas que ficam asseguradas para cada faculdade participante. Com efeito, da boa colaboração entre os participantes, decorrem formas de abordagem conjuntas às empresas e também ao universo de potenciais interessados. Estes dois factores manter-se-ão certamente no futuro.

Nos 4 concursos de bolsas já realizados pelo DAEPHYS, concorreram 99 candidatos, dando uma ideia objectiva do interesse nacional neste programa. Estamos também a assistir a casos de alunos que consideram ser seu interesse pessoal iniciar este doutoramento e suportar os respectivos custos, nalguns casos em acumulação com o respectivo emprego. A FCUL, através de protocolos adequados, criou para estes alunos formas especiais de financiamento, através de uma política de propinas mais favorável.

Refira-se finalmente, como se esperava, o peso que as organizações internacionais (ESA, CERN, ESRF e ESO) têm tido, inspirando uma parte significativa dos temas aceites e escolhidos como teses de doutoramento.

Em 15/16 a FCUL, após autorização da A3ES, alterou o nº de semanas de 15 para 14, a designação das áreas científicas e eliminação das OT. Este c.e. sofreu pequenas alterações que, conseqüentemente, ainda não estão publicadas em DR.

A20. Observations:

This 3rd cycle in Physical Engineering (PE) was established in 2011 by A3ES, and the 1st PhD degree been awarded in 12/22/2015. To date (02/2016), 10 students were enrolled in this course; 3 students will, most probably, finalize their PhD in 2016. At least 2 new students are currently being enrolled.

A key element for this PhD was the federation of the activity in PE of FCUL, FCT-UNL, of Univ. Coimbra and Aveiro, and several R&D centers, in the form of a FCT doctoral program, the DAEPHYS (Doctorate in Applied and Engineering Physics), (<http://daephys.fis.uc.pt/>). LIP manages the program. This program guarantees 20 scholarships for 4 annual editions of 4 years each, including 5 scholarships for FCUL, complementing the number of scholarships from other funding systems (FCT, in particular).

This PhD started in a period of financial and economic crisis. Decisions of national companies to fund R&D activities in physical systems and their enabling technologies, retracted. The program did not manage, so far, to promote association with a significant number of domestic companies, although some cases of international cooperation have been successful.

During this 1st phase of life of this course, the reorganization of the FCT system of R&D units took place, with positive and negative impacts for FCUL:

POSITIVE: better organization of issues related to instrumentation for space sciences, as well as the link between biology and physics, very relevant for sensors and imaging devices;

NEGATIVE: reduction of R&D activities in the fields of radiation and nuclear physics. A new context must be found for these areas of research, certainly through a more effective and institutionalized relationship with LIP.

The relevance of the DAEPHYS program goes well beyond the number of scholarships that are secured to each participating university. Indeed, from the excellent collaboration between the five participants, there emerged joint approaches to business companies and also to the potential set of students. These two factors certainly will certainly remain.

In the 4 Call for Candidates already undertaken by DAEPHYS, 99 candidates applied, giving a clear measure of the national interest of this program. On the other hand, we are witnessing cases of students who consider that it is of their personal interest to start a PhD program and personally bear the costs, in some cases in accumulation with their job. FCUL through appropriate protocols, created special forms of financing these students, through a more favorable fees policy.

Finally, as expected, we note the importance of international organizations (ESA, CERN, ESRF and ESO) for this PhD, inspiring a significant number of themes for PhD theses.

1. Objetivos gerais do ciclo de estudos

1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos.

O 3º ciclo em Engenharia Física (EF) tem como principal objectivo formar profissionais com capacidade para realizar trabalho original de I&D em diferentes áreas da engenharia e tecnologias físicas, preparando-os para a resolução inovadora de problemas de Engenharia, cuja complexidade ou natureza exija conhecimentos fundamentais da Física, através de investigação e desenvolvimento de projectos em ciências aplicadas, incluindo a concepção e implementação de instrumentação ou tecnologia avançada, a realizar em contextos académicos ou empresariais.

Visa-se ainda o desenvolvimento de uma atitude científica e profissional qualificada e eticamente exemplar, através da formação em metodologias válidas de recolha de informação, métodos de investigação e de validação, comunicação científica especializada ou para a sociedade, bem como uma sensibilidade acrescida para as questões de valorização económica das tecnologias ou conhecimentos desenvolvidos.

1.1. Study programme's generic objectives.

The main objective of this program is the formation and education of highly qualified professionals prepared to carry out R&D in different areas of engineering and physical technologies, with a specific ability for solving engineering problems which require a strong and fundamental background in physics, through research and development in applied science projects, including the creation and implementation of instrumentation or new

and advances technologies, either in academic or entrepreneurial contexts.

The program also aims to develop a professional and qualified behavior by focusing on valid approaches to collect data, to research and validate, to disseminate knowledge either in specialized fora or towards the society in general, as well as the awareness of the importance of promoting the economical value of technology and knowledge.

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

A FCUL foi criada em 1911 com a dupla missão de ensino e de investigação. A sua missão é expandir os limites do conhecimento científico e da tecnologia, transferir esse conhecimento para a sociedade e promover a educação dos seus estudantes através da prática da investigação.

Este ciclo de estudos (CE) completa a oferta da FCUL na área da Engenharia e Tecnologia, providenciando uma formação de espectro largo e, conseqüentemente, facilitando a mobilidade profissional dos seus graduados. Procura responder à atractividade das novas tecnologias para a sociedade e para a economia, agora que se tornaram enfim óbvios para todos os benefícios da física para satisfazer as necessidades do dia-a-dia, através de sistemas ubíquos mas sem os quais a vida moderna se alteraria radicalmente.

Não é preciso mais nomear as bases físicas do GPS, da internet, do conhecimento da Terra e do Cosmos. A sociedade habituou-se a ouvir falar de sistemas complexos, como satélites, aceleradores, telescópios, microscópios, nano-produtos, sistemas de imagiologia médica, lasers, fotovoltaico, etc, e integrou estes sistemas e conceitos no seu plano de formação, de desenvolvimento e nas análises de sustentabilidade.

No universo de tecnologias de base física e da engenharia avançada que as integra em sistemas para resolver problemas do homem e da sociedade, a oferta formativa da FCUL era incipiente em 2011. A FCUL formava físicos que conheciam as leis e os modelos, mas não garantia que esse conhecimento pudesse ser utilizado ao nível tecnológico ou mesmo de produto. A constituição do mestrado integrado em Engenharia Física foi o primeiro passo, este doutoramento o segundo. Um e outro beneficiaram da integração de uma equipa de engenheiros físicos em lasers e fotónica que transitaram do ex-INETI para a FCUL em 2009.

Ao fazê-lo, a FCUL gerou uma capacidade de interlocução com o mundo que não possuía: com as empresas e com as diversas organizações internacionais, passando a estar capacitada para não só fazer ciência como também produzir sistemas ou realizar estudos incluídos nas fases de desenvolvimento de processos e produtos. A extrema exigência deste tipo de clientes exige formação pós-graduada superior ao mestrado. A experiência tem mostrado que os doutorandos já conseguem progressivamente tomar a vez dos orientadores nesta interlocução, viabilizando desta forma a missão da FCUL na transferência de conhecimento para a sociedade e na assumpção de novos desafios científicos e tecnológicos.

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

The Faculty of Science of the University of Lisbon (FCUL) was created in 1911 with the double mission of teaching and scientific research. Its mission is to expand the limits of science and technology, to transfer scientific knowledge into society, and to promote a research-based student education.

This PhD completes the offer of FCUL in the field of Engineering and Technology, providing a wide range of training and, consequently, facilitating professional mobility of its graduates. It seeks to benefit from the attractiveness of new technologies for society and the economy, now that it became finally obvious to all the benefits of physics to meet the needs of day-to-day, through ubiquitous systems without which modern life would be radically different and less friendly.

There is no need to remind the physical of the GPS, the internet, how knowledge of the Earth and the Cosmos is generated. The society is used to hearing about complex systems such as satellites, accelerators, telescopes, microscopes, nano-products, medical imaging systems, lasers, photovoltaic, etc., and did integrate such systems and concepts in its development and sustainability goals.

In 2011, the academic offer of FCUL in the world of physical-based technologies and advanced engineering that enables system integration to solve man's problems and society, was residual. FCUL graduated physicists with deep knowledge of physical laws and models, but could not guarantee that such knowledge could be used to the technological level or even to the product level. The creation of the Integrated Master's degree in Engineering Physics was the first step to overcome these limitations, this doctoral program the second step. Both benefited from the integration of a team of physical engineers in lasers and photonics moving from former INETI to FCUL in 2009.

In doing so, FCUL became able to have a mutual-benefit dialogue capacity with the world, unavailable before: with businesses and with the various international R&D organizations, able not only to make science but also produce systems or carry out studies included in the development stages of processes and products. The extremely tough requirements of such clients demand postgraduate training well beyond the level of master. Experience has shown that doctoral students can already and gradually maintain this dialogue with such complex clients, thus enabling the mission of FCUL in the transfer of knowledge to society and in the assumption of new scientific and technological challenges.

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

O ciclo de estudos (CE) em Engenharia Física (EF) é divulgado na página da Faculdade (www.ciencias.ulisboa.pt), e está dotado de informação abundante para alunos, docentes e para o público em geral. Está também referenciado nos sites internet do Dept. de Física e das unidades de I&D associadas a este CE.

Destaca-se a abertura dos concursos do programa DAEPHYS, que referencia este CE, bem como as propostas de tese da iniciativa da FCUL.

As Jornadas de EF (semestrais), já iniciadas em Janeiro de 2016, e a realizar em Janeiro e em Junho de cada ano, constituem também formas de divulgação deste 3º ciclo junto dos alunos de mestrado e de empresas convidadas. Estas jornadas deverão ir consolidando as formas de integração dos novos estudantes, facilitando o conhecimento dos professores envolvidos, constituindo uma forma de promover a interação entre os estudantes e entre os docentes e investigadores com responsabilidade na condução deste CE.

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

The degree in Physical Engineering is available on the faculty website www.ciencias.ulisboa.pt, including a wide range of related information made available to students and teachers in particular but also to the general public. It is also referenced in the internet sites of the Physics Dept. and of the research units associated to this PhD.

The annual Call for Candidates of the DAEPHYS doctoral program also references this FCUL degree, making public the thesis proposed by FCUL researchers.

FCUL Physical Engineering Workshop to be organized yearly in January and June (1st edition in January, 2016) will also promote this PhD for master students at their 5th year, and also specifically invited companies. This Workshop will integrate newcomers, promote the network of contacts with researchers and the interaction between PhD students.

2. Organização Interna e Mecanismos de Garantia da Qualidade

2.1 Organização Interna

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

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

O ciclo de estudos é da responsabilidade do Dept. de Física (DF) uma subunidade orgânica reconhecida nos estatutos da Faculdade. A presidência do DF propõe a distribuição de serviço docente que é posteriormente homologada pelo Diretor.

As reestruturações são propostas pela coordenação do curso e pela presidência do DF. Estas propostas são previamente analisadas e discutidas pelo Conselho de Coordenação do DF, presidido pelo seu Presidente.

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

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

The study cycle is managed by the Department of Physics, a faculty subunit recognized in the faculty legislation. The Department's presidency proposes the allocation of academic service which is approved by the Director.

The syllabus revision of the current study cycle is proposed by the respective Coordinator and by the Department president. These proposals are analyzed and discussed in the Coordination Council of the Department of Physics, which supervises the scientific and teaching policies of the Department.

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

A participação de docentes e estudantes nos processos de tomada de decisão que afetam o processo de ensino/aprendizagem e a sua qualidade é feita através de reuniões das comissões pedagógicas dos ciclos de estudos bem como de reuniões do conselho pedagógico. Nas reuniões das comissões pedagógicas participam representantes dos alunos e a comissão de coordenação do ciclo de estudos. Nelas se avalia e analisa o funcionamento do ciclo de estudos.

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

Teachers and student's participation in decision-making processes that affect the process of teaching / learning and their quality is done through pedagogical committee meetings for cycles as well as pedagogical council meetings. Pedagogical committee meetings include student representatives and the coordination committee of the course. It assesses and analyzes the study cycle.

2.2. Garantia da Qualidade

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

O primeiro pilar da garantia da qualidade é a existência de uma relação de grande proximidade e confiança mútua entre a coordenação do curso e os alunos que permita detetar em tempo útil as dificuldades mais prementes e propor, em articulação com o corpo docente, soluções aos órgãos competentes.

A qualidade do ensino realiza-se de acordo com uma abordagem multinível (Unidade Curricular, Ciclo de Estudos, Departamento e Unidade Orgânica) e procura articular as avaliações efetuadas de modo a produzir relatórios de autoavaliação que contribuam para a sua melhoria contínua.

O Gabinete de Planeamento e Controlo da Gestão (GPCG) tem como atribuições assegurar o funcionamento do sistema de avaliação, implementar sistemas de qualidade, promover a informatização das unidades de serviço de acordo com a estratégia e diretrizes emanadas dos órgãos de governo competentes.

A FCUL (2016) está a reorganizar o seu sistema de Qualidade na sequência da saída da regulamentação orientadora da ULLisboa.

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

The first pillar of quality assurance is the existence of a very close relationship and mutual trust between the program coordinator and the students, which has allowed the detection of the most important issues. From this diagnosis, it proposes solutions to the competent bodies in close connection with the teaching staff.

The quality of teaching is carried out according to a multilevel approach (Curricular Unit, Study Programme, Department and Organic Unit) and seeks to articulate the tests conducted in order to produce self-assessment reports that contribute to their improvement.

The Gabinete de Planeamento e Controlo da Gestão ensures the functioning of the evaluation system, implementing quality and promote the computerization of service units, according to the strategy and guidelines

issued by the competent government organ systems.

FCUL is currently (2016) reorganizing its Quality system, following general regulations issued late 2015 by the ULisboa.

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

O sistema interno de garantia de qualidade (SIGQ) apresenta-se em 2 níveis: Na ULisboa, existe o “Gabinete de Avaliação e Garantia da Qualidade” que acompanha as atividades relacionadas com a avaliação. Os princípios da Garantia da Qualidade estão instituídos no documento Política de Garantia de Qualidade da ULisboa.

Em Ciências, existe o “Gabinete de Planeamento e Controlo da Gestão” estruturado em dois Núcleos: “Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade” e “Núcleo de Controlo de Gestão e Sistemas de Informação”.

Nos Estatutos de Ciências existe ainda uma “Comissão de Avaliação Interna e de Garantia de Qualidade” que atua no âmbito do Conselho de Escola (CE). Esta comissão é presidida pelo Presidente do CE, integrando um professor ou investigador, um estudante, um trabalhador não-docente e uma personalidade externa.

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

The internal system of quality assurance appears in two levels: 1) In ULisboa, there is an operation unit called “Gabinete de Avaliação e Garantia da Qualidade” which monitors activities related to the assessment of the activities of ULisboa. Those principles are established by the document Política de Garantia de Qualidade da Universidade de Lisboa.

FCUL has the “Gabinete de Planeamento e Controlo da Gestão” which includes “Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade” and “Núcleo de Controlo de Gestão e Sistemas de Informação”.

The statutes also includes “Comissão de Avaliação Interna e de Garantia de Qualidade” which operates under the School Council. Is chaired by its President, and integrates a teacher or researcher, a student, a worker and a non-teaching outer personality.

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

As práticas pedagógicas dos docentes são avaliadas, de forma generalizada, pelos alunos, através da realização de inquéritos de satisfação, no contexto das unidades curriculares. O sucesso/insucesso dos alunos é objeto de análise pela maioria dos docentes das unidades curriculares e pelos coordenadores dos cursos, embora de modo informal.

No final de cada semestre é produzido um relatório da unidade curricular, onde constam informações relevantes para a análise do sucesso escolar da mesma. A verificação da adequação/atualização dos conteúdos programáticos é feita anual ou trienalmente e realizam-se reuniões dos coordenadores com o conjunto dos docentes sempre que tal se revela necessário.

O Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade gera anualmente um conjunto de indicadores sobre os cursos, nomeadamente sobre o acesso/procura, o sucesso, o abandono, a internacionalização os diplomados, entre outros.

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

Teachers’ pedagogical performances are evaluated by students through satisfaction surveys in the context of curricular units. The success / failure of students is object of analysis by most of the teachers and by the coordinators of the functional units.

For each curricular unit, at the end of each semester is produced a report, which contains relevant information to the analysis of the academic success. The verification of the adequacy / update of the syllabus is done yearly or every three years and meetings are held whenever it is necessary.

The Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade annually generates a set of indicators on the

courses, in particular on access / demand, success, school leavers, internationalization, graduates, among others.

2.2.4. Link facultativo para o Manual da Qualidade

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

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

A informação recolhida em 2.2.3 é processada pelo coordenador que escreve um relatório e o apresenta anualmente no Conselho de Departamento. Incluem-se dados relevantes na avaliação dos cursos enquanto produtos formativos, o que os permite comparar a cursos similares e perceber necessidades, problemas e deficiências para futuras tomadas de decisão.

É também compilado um resumo do último ano letivo a partir dos relatórios das unidades curriculares, que permite verificar se as mesmas se desenrolam na normalidade esperada (e.g., aprovados vs. inscritos). O objetivo principal é tomar, caso necessário, medidas proactivas para a rápida resolução dos problemas detetados.

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

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

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

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

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

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

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

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

Accreditação Prévia A3ES - N.º do Processo: NCE/10/01461

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

In 2009/10, the University of Lisbon was evaluated by the European University Association. The results were evaluated by the panel as follows:

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

Prior Accreditation A3ES: NCE/10/01461

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) |
| Espaços comuns (anfiteatros e salas de aula) | 5764 |
| Espaços comuns (salas com computadores) | 547 |
| Sala de alunos de pósgraduação | 17 |
| Laboratório de Instrumentação | 48 |
| Datacenter da Faculdade de Ciências (Vários clusters de computadores) | 80 |
| Biblioteca de Física | 267 |
| Laboratórios de I&D das Unidades Associadas ao DF | 2000 |
| Laboratórios das Instituições Externas Cooperantes | 500 |
| Laboratório de Óptica e Lasers (Campus do Lumiar) | 600 |

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 |
| Desktops para utilização de alunos de pós-graduação | 30 |
| Infraestrutura GRID-PT | 1 |
| NOTA: referem-se de seguida sistemas de equipamentos das unidades de I&D, impossível de listar exaustivamente ou, sequer, de quantificar. Foi arbitrariamente inserido "1" nas quantidades correspondentes. | 1 |
| 1 - Magnetometria, filmes finos, susceptibilidade magnética e propriedades de transporte; microscopias (AFM, electrónica, óptica) | 1 |
| 2 - Espectrometria: Raman, (fluorescência de) raios-X; equipamento de vácuo, fugas; Difractómetros de Raios-X. Evaporadoras de alto vácuo; | 1 |
| 3 - Sistemas electrónicos, amplificadores (lock-in, ...), analisadores, módulos NIM ... | 1 |
| 4 - Óptica e lasers: ~600 m2, com diversos tipos de lasers, detectores, ópticas, analisadores de feixe, interferómetros, sistemas coerentes e incoerentes, mecânicas, mesas anti-vibratórias e ambiente estável; visão computacional; scanners 3D, fibras ópticas; | 1 |
| 5 - Computação: cálculo sistemas ópticos (ZEMAX, ...), iluminação, análise termo-elástica, simulação física 3D (Comsol, Solid Works), modelação (Matlab, Phyton, ...); realidade virtual; software GIS; | 1 |

3.2 Parcerias

3.2.1 Parcerias internacionais estabelecidas no âmbito do ciclo de estudos.

A - Vários temas foram inspirados por trabalhos que já ocorreram com financiamento internacional - sem protocolos específicos:

ESA - metrologia óptica com lasers ps, e topografia de superfícies planetárias com altímetros laser.

CERN - experiência ATLAS; mantém-se objectivos de desenvolvimento para esta experiência do LHC.

NATO - mecanismos de atenção na utilização continuada de sensores imagem IR.

EMBL - European Molecular Biology Lab. - imagiologia em biologia.

Thales-Alenia Space - lasers ps com controlo activo.

B - Protocolos celebrados por força de questões de Propriedade Intelectual ou de acolhimento de estudantes:

ESRF - European Synchrotron Radiation Facility - Tecnologias de microscopia de força atómica; desenvolvimentos conjuntos com o ESRF e a Univ. Joseph Fourier (Grenoble)

Karlsruhe Inst. of Technology - tecnologias de separação de trítio (contexto de fusão).

C - Em elaboração um protocolo com a Military Univ. of Technology (Polónia) - lasers semicondutores.

3.2.1 International partnerships within the study programme.

A - Several R&D topics were inspired by previous research funded of international organizations, without specific protocols:

ESA - optical metrology of distances with ps lasers, and topography of planetary surfaces with laser altimeters.

CERN - ATLAS experience related; new development goals have been set to further improve this LHC instrument.

NATO - Mechanisms of attention when using IR imaging systems for long periods of time.

EMBL - European Molecular Biology Lab - imaging in biology.

Thales-Alenia Space - ps lasers with active control.

B - Protocols due to Intellectual Property issues or to support visiting students for long periods:

ESRF - European Synchrotron Radiation Facility - AFM technologies, initialized in cooperation with ESRF and the Univ. Joseph Fourier (Grenoble).

Karlsruhe Institute of Technology - Separation technologies for tritium in the context of fusion.

C - Under way: protocol with the Military Univ. of Technology (Poland) - semiconductor lasers.

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.

UNIVERSIDADES:

DAEPHYS - Doctorate in Applied and Engineering Physics, consórcio da FCUL, Universidades de Coimbra e de Aveiro, FCT-UNL e o LIP.

IDPASC - International Doctorate in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology, consórcio da FCUL com o IST, Universidades de Coimbra, Porto, Minho e Évora, LIP.

ITN - Instituto Tecnológico Nuclear, agora integrado no IST da ULisboa, parceiro inicial deste 3º ciclo, e com quem a FCUL mantém cooperação científica no domínio dos materiais, da física nuclear e das radiações ionizantes.

LABORATÓRIOS DE ESTADO:

LNEC - Lab. Nacional de Engenharia Civil

LNEG - Lab. Nacional de Energia e Geologia

OUTROS INSTITUTOS E ENTIDADES PÚBLICAS:

IPQ - Instituto Português de Qualidade

PJ-LPC - Lab. de Polícia Científica da Polícia Judiciária

LABORATÓRIOS DE I&D:

LIP - Laboratório de Instrumentação e Partículas

EMPRESAS:

Archeofactu

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

UNIVERSITIES:

- *DAEPHYS - Doctorate in Applied and Engineering Physics, consortium of FCUL, Universities of Coimbra and Aveiro, FCT-UNL and LIP.*
- *IDPASC - International Doctorate in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology, consortium of FCUL, IST, Universities of Coimbra, Porto, Minho and Évora, and LIP.*
- *ITN - Instituto Tecnológico Nuclear, which is now integrated into IST; being an initial partner of this program, FCUL keeps close R&D relations with former ITN (now C2TN) in the fields of materials, nuclear physics and ionizing radiation.*

STATE LABORATORIES:

- *LNEC - Lab. Nacional de Engenharia Civil*
- *LNEG - Lab. Nacional de Energia e Geologia*

OTHER PUBLIC INSTITUTES:

- *IPQ - Instituto Português de Qualidade*
- *PJ-LPC - Lab. de Polícia Científica da Polícia Judiciária*

R&D LABORATORIES:

- *LIP - Laboratório de Instrumentação e Partículas*

COMPANIES:

- *Archeofactu*

3.2.3 Colaborações intrainstitucionais com outros ciclos de estudos.

FCUL

- *O 3º ciclo em Astronomia e Astrofísica da FCUL suporta o PhD:SPACE (Doctoral Network in Space Sciences), programa de financiamento de bolsas da FCT, comum com a Univ. do Porto. Os temas relativos a instrumentação para o espaço (espaço ou terra) podem ser integrados no âmbito da engenharia física e associados ao IA (Instituto de Astronomia e Ciências do Espaço).*

- *Mestrado Integrado em Engenharia Física: estando agora os alunos de MI a chegar ao 5º ano, as relações entre o 3º ciclo e o 2º ciclo tornar-se-ão mais frequentes, intensas e profíguas.*

- *Programa doutoral BioSys (Biological Systems, Functional & Integrative Genomics) Neste programa podem emergir temas de nanotecnologias, de materiais, sensores e instrumentação que podem ser acolhidos pelo 3º ciclo em Engenharia Física.*

IST (UNIV. LISBOA)

A articulação dos programas de estudos de pós-graduação em Engª Física da FCUL com programas afins do IST mantem-se em aberto para a FCUL.

3.2.3 Intrainstitutional collaborations with other study programmes.

FCUL

- *The 3rd cycle in Astronomy and Astrophysics supports the PhD:SPACE (Doctoral Network in Space Sciences), a FCT program funding grants, in which FCUL and the Univ. of Porto cooperate. Instrumentation for space (either space or ground) may be presented as physical engineering topics and associated to the common research unit, the IA (Inst. of Astronomy & Space Sciences).*

- *Integrated Master in Physical Engineering: students are now in their 5th year; relations between the 3rd and 2nd cycles will become more frequent, intense and of mutual interest.*

- *PhD Program BioSys (Biological Systems, Functional & Integrative Genomics): topics in nanotechnologies, materials, sensors, instrumentation and imaging may emerge, that can be integrated into the Physical Engineering 3rd cycle.*

IST (UNIV. OF LISBON)

The harmonization of FCUL post-graduated training in physical engineering with the similar programs of the IST

is always be an open issue for FCUL.

4. Pessoal Docente e Não Docente

4.1. Pessoal Docente

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - António Joaquim Rosa Amorim Barbosa

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

António Joaquim Rosa Amorim Barbosa

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Luis Filipe Dos Santos Garcia Peralta

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

Luis Filipe Dos Santos Garcia Peralta

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Olinda Maria Quelhas Fernandes Conde

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

Olinda Maria Quelhas Fernandes Conde

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria Margarida Colen Martins Da Cruz

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

Maria Margarida Colen Martins Da Cruz

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria Margarida Da Fonseca Beja Godinho

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

Maria Margarida Da Fonseca Beja Godinho

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Pedro Manuel Ferreira Amorim**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Pedro Manuel Ferreira Amorim

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Alexandre Pereira Cabral**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Alexandre Pereira Cabral

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

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

André Maria Da Silva Dias Moitinho De Almeida

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

Universidade de Lisboa

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

*Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Daniel Galaviz Redondo****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Daniel Galaviz Redondo***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - João Miguel Pinto Coelho****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***João Miguel Pinto Coelho***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Jorge Miguel De Brito Almeida Sampaio****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Jorge Miguel De Brito Almeida Sampaio

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

<sem resposta>

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Manuel Adler Sanchez De Abreu

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

Manuel Adler Sanchez De Abreu

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria José Ribeiro Gomes

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

Maria José Ribeiro Gomes

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Margarida Maria Moreira Calejo Pires****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Margarida Maria Moreira Calejo Pires***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Agostinho Da Silva Gomes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Agostinho Da Silva Gomes***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar convidado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***<sem resposta>***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa*

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - José Manuel Pires Marques**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José Manuel Pires Marques

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria José Vitoriano Lourenço**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria José Vitoriano Lourenço

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - José Manuel Florêncio Nogueira

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

José Manuel Florêncio Nogueira

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Helena Margarida Moreira De Oliveira Vieira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Helena Margarida Moreira De Oliveira Vieira

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado convidado ou equivalente

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

50

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Andrii Vovk**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Andrii Vovk

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

<sem resposta>

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria da Conceição Machado Sangreman Proença**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria da Conceição Machado Sangreman Proença

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Thomas Peter Gasche**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Thomas Peter Gasche

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

Academia Militar

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

Departamento de Ciências Exactas e Naturais

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

<sem resposta>

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - António Manuel Carreiras Casaca**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

António Manuel Carreiras Casaca

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

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

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

Área Departamental de Física

4.1.1.4. Categoria:

Professor Adjunto ou equivalente

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

<sem resposta>

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Paulo Romeu Seabra Gordo**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Paulo Romeu Seabra Gordo

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

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

José Carvalho Maneira

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

<sem resposta>

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Patrícia Conde Muiño

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

Patrícia Conde Muiño

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

Universidade de Lisboa

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

Departamento de Física, Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

<sem resposta>

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - João Carlos De Brito Dinis**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

João Carlos De Brito Dinis

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Guiomar Gaspar De Andrade Evans**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Guiomar Gaspar De Andrade Evans

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):*100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Mário Manuel Silveira Rodrigues****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Mário Manuel Silveira Rodrigues***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Associado convidado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***<sem resposta>***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - José António Soares Augusto****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***José António Soares Augusto***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Associado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**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 |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| António Joaquim Rosa Amorim Barbosa | Doutor | Física Nuclear | 100 | Ficha submetida |
| Luis Filipe Dos Santos Garcia | | | | Ficha submetida |

| | | | | |
|---|--------|--|-------------|-----------------|
| Peralta | Doutor | Física de Partículas | 100 | |
| Olinda Maria Quelhas Fernandes Conde | Doutor | Física da Matéria Condensada | 100 | Ficha submetida |
| Maria Margarida Colen Martins Da Cruz | Doutor | Física | 100 | Ficha submetida |
| Maria Margarida Da Fonseca Beja Godinho | Doutor | Física da Matéria Condensada | 100 | Ficha submetida |
| Pedro Manuel Ferreira Amorim | Doutor | Física Atómica e Molecular | 100 | Ficha submetida |
| Alexandre Pereira Cabral | Doutor | Física | 100 | Ficha submetida |
| André Maria Da Silva Dias Moitinho De Almeida | Doutor | Astrofísica e partículas | 100 | Ficha submetida |
| Daniel Galaviz Redondo | Doutor | Física Nuclear | 100 | Ficha submetida |
| João Miguel Pinto Coelho | Doutor | Engenharia Física | 100 | Ficha submetida |
| Jorge Miguel De Brito Almeida Sampaio | Doutor | Física | | Ficha submetida |
| Manuel Adler Sanchez De Abreu | Doutor | Engenharia Física | 100 | Ficha submetida |
| Maria José Ribeiro Gomes | Doutor | Física | 100 | Ficha submetida |
| Margarida Maria Moreira Calejo Pires | Doutor | Engenharia | 100 | Ficha submetida |
| Agostinho Da Silva Gomes | Doutor | Física | | Ficha submetida |
| José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão | Doutor | Física / Óptica | 100 | Ficha submetida |
| José Manuel Pires Marques | Doutor | Física Atómica e Molecular | 100 | Ficha submetida |
| Maria José Vitoriano Lourenço | Doutor | Química Tecnológica | 100 | Ficha submetida |
| José Manuel Florêncio Nogueira | Doutor | Química Orgânica | 100 | Ficha submetida |
| Helena Margarida Moreira De Oliveira Vieira | Doutor | Biomedicina | 50 | Ficha submetida |
| Andrii Vovk | Doutor | Magnetism | | Ficha submetida |
| Maria da Conceição Machado Sangreman Proença | Doutor | Física Tecnológica/Processamento de Imagem | 100 | Ficha submetida |
| Thomas Peter Gasche | Doutor | Física | | Ficha submetida |
| António Manuel Carreiras Casaca | Doutor | Física | | Ficha submetida |
| Paulo Romeu Seabra Gordo | Doutor | Engenharia Física | 100 | Ficha submetida |
| José Carvalho Maneira | Doutor | Física | | Ficha submetida |
| Patrícia Conde Muiño | Doutor | Física de Partículas | | Ficha submetida |
| João Carlos De Brito Dinis | Doutor | Informática | 100 | Ficha submetida |
| Guiomar Gaspar De Andrade Evans | Doutor | Física, Especialidade Electrónica e Instrumentação | 100 | Ficha submetida |
| Mário Manuel Silveira Rodrigues | Doutor | Física da Matéria Condensada | | Ficha submetida |
| José António Soares Augusto | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | Ficha submetida |
| | | | 2250 | |

<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: | 22 | 97,78 |

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): | 22.5 | 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): | 20 | 88,89 |
| 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: | 17 | 75,56 |
| Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE): | 0 | 0 |

Perguntas 4.1.4. e 4.1.5

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

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

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

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

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

http://www.ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/siadap/Aval_Doc_ULisboa.pdf

4.2. Pessoal Não Docente

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

Identificam-se os números de técnicos por função. Todos têm contratos permanentes. De uma forma geral, os doutorandos interagem com estes técnicos na componente do CFA e na componente de I&D.

Serviços Centrais / Gabinete de Estudos Pós-graduados: 3

Departamento de Física:

Administração e Divulgação: 4

Actividades Lectivas Pós-Graduadas: 1

Apoio aos Lab. De Ensino: 3

Unidades de I&D: secretariado próprio assegurado pela Fundação da FCUL, e que apoia os doutorandos.

Técnicos para apoio a projecto e montagem de protótipos nos domínios da mecânica, electrónica e sistemas laser, e realizar a interface com os prestadores de serviços externos: 3

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

The numbers of technical staff by function are listed. All have permanent contracts. In general, PhD students interact with these staff, while following regular courses or during their research activity.

Central Services / Office of Postgraduate Studies: 3

Department of Physics:

Management and Outreach: 4

Teaching activities Post-Graduated: 1

Support for Lab Teaching: 3

R & D units: they have their own secretariat provided by the Foundation of FCUL, that supports PhD students in their research activities.

Technical support for project and assembly of prototypes in the fields of mechanics, electronics and laser systems, as well as to interface with external service providers: 3

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

O pessoal técnico de apoio à I&D possui licenciatura, nalguns casos (2 são técnicos superiores) ou frequência de 1º ciclo.

O pessoal administrativo, de apoio à docência ou à gestão do curso tem habilitações de 9º, de 12º anos ou de licenciatura e, sobretudo, muitos anos de experiência em tarefas de gestão académica.

O pessoal de apoio à gestão de projectos de I&D tem, na sua grande maioria, licenciatura.

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

Technical staff supporting I&D holds 1st cycle (2 are "técnicos superiores") or 1st cycle frequency.

Administrative staff supporting teaching or course management has 9th, 12th year or 1st cycle, and, most of all, many years of experience in academic management.

Staff supporting R&D project management, holds, in most of the cases, a 1st cycle diploma.

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

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

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

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

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

O Núcleo de Avaliação e Formação de Pessoal Não Docente do Dep. de Recursos Humanos dos Serviços Centrais da ULisboa (NAF) tem a seu cargo a promoção da formação profissional para a Universidade de Lisboa (ULisboa), permitindo aos seus colaboradores a atualização e aquisição de competências imprescindíveis ao desempenho das suas funções.

O NAF coopera com as estruturas internas ou externas à Universidade de Lisboa em ações que se revistam de interesse comum, estabelecendo parcerias com diversas entidades formadoras para que os colaboradores da ULisboa beneficiem de descontos em ações de formação que sejam do seu interesse. Este ano, inclusivamente, o NAF procurou constituir a sua própria equipa formativa, preferencialmente constituída por recursos humanos da ULisboa.

Para além da disponibilização dos cursos da responsabilidade do NAF, os trabalhadores da Faculdade de Ciências da ULisboa frequentam também ações de formação em entidades externas à FCUL, como, por exemplo, o INA.

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

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

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

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

5. Estudantes e Ambientes de Ensino/Aprendizagem

5.1. Caracterização dos estudantes

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

5.1.1.1. Por Género

5.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

| Género / Gender | % |
|-------------------|----|
| Masculino / Male | 90 |
| Feminino / Female | 10 |

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 | 30 |
| 28 e mais anos / 28 years and more | 70 |

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 | 9 |
| | 9 |

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 | 20 | 20 | 20 |
| N.º candidatos 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase candidates | 5 | 5 | 5 |
| Nota mínima do último colocado na 1ª fase / Minimum entrance mark of last accepted candidate in 1st fase | 14 | 14 | 14 |
| N.º matriculados 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase enrolments | 2 | 1 | 4 |
| N.º total matriculados / Total no. enrolled students | 2 | 1 | 4 |

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)**

A - Nos últimos 3 anos, e ao longo de 4 edições, o programa DAEPHYS recebeu 99 candidaturas de candidatos das regiões centro e sul. Embora este número deva ser considerado como comum às 4 faculdades/universidades envolvidas, não deixa de ser um indicador representativo da atracção da temática da engenharia física em Portugal.

B - Dos 10 alunos que já se inscreveram neste doutoramento, a repartição por temáticas é a seguinte:

Sistemas Fotónicos: 5

Instrumentação (integrada): 1

Processamento de dados gerados por sistemas de instrumentação: 2

Materiais e superfícies: 2

C - Número de estudantes que co-financiam o seu doutoramento: 1

D - Número de bolseiros FCT, DAEPHYS ou IDPASC: 7

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

A - In the last 3 years and its 4 editions, the DAEPHYS program received 99 grant requests, from the center and south of Portugal. This figure must obviously be shared by the 4 faculties / universities of the program; nonetheless it is an important indicator of the relevance of the Physical Engineering in Portugal.

B - The distribution of all 10 PhD themes, so far, is as follows::

Photonic systems: 5

Instrumentation (integrated): 1

Data processing related to instrumentation: 2

Materials and surfaces: 2

C - Number of student funding their own training: 1

D - Number of students with FCT, DAEPHYS or IDPASC grants: 7

5.2. Ambientes de Ensino/Aprendizagem

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

Na FCUL, e para todos os CE, as estruturas com responsabilidade pedagógicas são:

CP - Conselho Pedagógico - coordenação central das atividades pedagógicas, com funções definidas por lei e pelos estatutos da FCUL;

GAPsi - Gabinete de Aconselhamento Pedagógico - acompanhamento psicopedagógico e/ou terapêutico à comunidade académica. Equipa de 2 psicólogos.

Nos 3º ciclos, as intervenções do CP são mínimas, e não existem Comissões Pedagógicas (por CE), devido à formação individualizada dos estudantes.

Há acesso crescente ao GAPsi por doutorandos. As causas são bem conhecidas: duração das bolsas, auto-avaliação das capacidades, relações com o orientador, insegurança em relação ao período pós-doutoramento ou às próprias capacidades de empreendedorismo, limitações financeiras que adiam opções pessoais orientadas para a constituição de família, emigração, etc.

Algumas serão mitigadas num estado mais satisfatório do investimento em I&D, outras são intrínsecas a qualquer PhD.

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

At FCUL, there are 2 bodies with pedagogical responsibilities:

Pedagogical Council (CP) - central coordinating board for educational activities with competences defined by law and by the statutes of FCL

Office of Psychological Advising (GAPsi) - psychological monitoring and / or therapeutic treatment to people of the academic community, formed by a team of two psychologists.

For PhD programs, the intervention of the CP is minimal (beyond the creation phase) and there not Pedagogical Committees for each PhD program.

Nevertheless, more and more PhD students have been requiring GAPsi support. Causes are well known reasons: finite duration of grants, self-evaluation of own capabilities, relation with supervisors, insecurity on subsequent post-doc phase or to self entrepreneurial capabilities, financial limitations impacting on family options, potential emigration, etc.

Some of these causes will be mitigated with a stronger economical recovery; others are intrinsic to all PhD's.

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

Na FCUL, no início de cada ano letivo, a escola, os departamentos, o GAPsi e a Associação de Estudantes realizam sessões de receção e informação aos alunos para a sua integração na comunidade académica. Tais sessões são irrelevantes para os 3º ciclos, ancorados nas unidades de I&D e com inícios de actividade ao longo de períodos alargados por força dos sistemas de atribuição de bolsas.

No 3º ciclo em Engenharia Física (EF), as Jornadas de EF (semestrais) procuram desempenhar esta função, promovendo o conhecimento e o networking, obrigando cada estudante a expôr-se desde o início do seu programa, e facilitando o conhecimento mais abrangente das unidades de I&D através dos doutoramentos que acolhem.

No 1º ano, a frequência obrigatória dos Seminários Departamentais (semanais), facilita o conhecimento geral das actividades da Física.

Em geral, espera-se dos orientadores iniciativas que habilitem os estudantes a conhecer a FCUL e os recursos à disposição dos estudantes.

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

At the beginning of each academic year, FCUL and its departments, the GAPsi and the Students' Union organize a activities to welcome and inform newcomers and help integrating them into the academic community. These activities are, basically, irrelevant for new PhD students, strongly motivated to come closer to the R&D units, and which begin their activities within a long period due to the variety of grant systems.

In the Physical Eng (PE) PhD program, the PE Workshop (semester) is improving integration of newcomers, promoting networking, inter-personal contacts, inviting each student to expose himself from the beginning of his program, and facilitating awareness of activities and scientific topics of the R&D units linked to the PhD program.

In year 1, in addition, all students must attend the weekly Physics Department Seminar to enable awareness of department activities.

All supervisors are supposed to help students to become well aware of FCUL and resources at their disposal.

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

Os sistemas de bolsas de doutoramento disponíveis, por concurso, são:

- Bolsas de doutoramento FCT*
- Programas doutorais DAEPHYS, IDPASC e PhD::SPACE;*
- Bolsas da ULisboa, rateadas pelos departamentais e incidindo nas áreas para as quais não existam programas alternativos. Estas bolsas tanto incidem sobre a propina como podem ainda incluir a mensalidade.*

Estes concursos são divulgados pela FCUL e pelas várias unidades de I&D.

Os investigadores com projectos financiados por "serviços" podem utilizar o financiamento que possuem para bolsas.

Estudantes de PhD com contrato com instituições ligadas à FCUL por protocolo de cooperação, em função da orientação da instituição e do local onde realizem o seu trabalho, beneficiam de uma redução das propinas, entre 25% e 75% (despacho D29/2014).

Não existe ainda na FCUL nenhum sistema operacional de apoio à empregabilidade dos doutorados. Alguma informação pode ser transmitida, casuisticamente, pelas unidades de I&D e pelos investigadores.

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

The institutional PhD competitive funding systems are:

- FCT PhD grants;*
- Doctoral programas DAEPHYS, IDPASC e PhD::SPACE;*
- Grants from the ULisboa (spread by the FCUL departments, with focus on those without alternative doctoral programs, and covering either the tuition fees or the monthly allowances.*

These opportunities are intensively disseminated by FCUL and the research units.

Researchers funded through "services" are encouraged to allocate part of the funding to support PhD students.

Finally, FCUL has decided to co-fund 25%-75% of the tuition fees of PhD students contracted by institution linked to FCUL through a cooperation agreement. The actual co-fund depends on the supervision duties and on the locations where the research work is actually done.

There are, currently, no operational schemes at FCUL to facilitate employment after PhD completion. Information is disseminated at research unit or by researchers themselves.

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

ensino/aprendizagem.

Os inquéritos de satisfação dos estudantes são irrelevantes ao nível de 3º ciclo. Em Engenharia Física (EF) procura-se beneficiar dos seguintes instrumentos com fins equivalentes:

- *Organização pelos estudantes das Jornadas de EF (semestrais), que viabiliza a detecção de dificuldades, bem como as respectivas participações;*
- *As provas públicas anuais [Seminário de Investigação e três Seminários Doutorais (anuais)], com uma comissão de avaliação estável que acompanha cada estudante ao longo do seu percurso, e com a presença sistemática do Coordenador, permite aferir a evolução de cada estudante e conseqüentemente, identificar situações problemáticas; note-se todavia que a comissão de avaliação varia de estudante para estudante, embora o Coordenador seja um elemento comum.*
- *Acesso livre ao Coordenador.*

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

Pedagogical Surveys are, basically, irrelevant for the Physical Engineering PhD. The program relies, instead, on three complementary tools which may deliver equivalent information:

- *Physical Engineering Workshop, organized by students, in which all participate, that may facilitate the identification of problems;*
- *The yearly evaluations of the Research Seminar and the Doctoral Seminars are public, with a stable examination committee for each student, which always includes the coordinator. They therefore enable the assessment of the evolution of the student and the spotting of problems; we note that the examination committee is different for different students, although the Coordinator is always present.*
- *Completely free access the Coordinator.*

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

No âmbito do programa DAEPHYS:

- *Os alunos podem realizar algumas UC nas outras escolas do consórcio. Tais UC são creditadas e serão claramente identificadas no suplemento ao diploma do Curso de Doutoramento, no final do 1º ano.*
- *Procura-se fomentar que 30% das teses traduzam uma efectiva cooperação científica entre as quatro universidades, com coorientação de duas partes.*

De uma forma geral, este 3º ciclo não coloca entraves à presença dos estudantes, por períodos significativos em instituições estrangeiras, com protocolo de cooperação e supervisão próxima, tanto para a realização de créditos do CFA (com creditação), como para a realização de trabalho de I&D executando o plano de tese.

Finalmente, no âmbito da ULisboa, procura-se fomentar a mobilidade dos estudantes e professores, permitindo, por exemplo, que os estudantes se inscrevam em disciplinas de outra escola da ULisboa, havendo o correspondente encontro de contas (propinas) no final do ano.

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

In the context of the DAEPHYS program:

- *students can select topics in the other schools of the consortium; such topics are clearly identified in the supplement to the PhD Course diploma, at the end of the 1st year.*
- *The consortium encourages that 30% of the theses demonstrate scientific cooperation between the four schools, with shared supervision.*

In general, this PhD program does not forbid student to stay at international institutions for significant periods, provided a protocol exists and supervision by FCUL is enhanced, both to get CFA credits or to perform thesis research work.

To conclude, within the ULisboa the mobility of students and researchers is a goal, and students can attend course topics elsewhere within the ULisboa, with suitable accounting procedures set by the Rector.

6. Processos

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

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

O aluno deve desenvolver e demonstrar as seguintes COMPETÊNCIAS:

- *Decomposição de problemas complexos em partes passíveis de solução com base em física, com devida consideração pelas interfaces, mesmo com áreas de outra natureza (exemplo: biofísica / biologia).*
- *Capacidade de projecto de sistemas e instrumentação, desde a construção e validação de especificações, a modelação inicial que valida as especificações científicas, até à implementação (pessoal ou delegada), validação, teste e utilização operacional.*
- *Capacidade de realizar engenharia inversa e relacionar os resultados experimentais (de uma tecnologia ou instrumento) com os modelos físicos que a viabilizam, desencadeando as iterações necessárias para garantir o acordo entre o projecto e os resultados.*
- *Capacidade para, com a base física adequada, analisar e comparar alternativas de implementação ou de resolução de um problema, realizando tradeoffs, ou análises de custo / benefício (ou outras de natureza técnico-económica).*

Este doutoramento constitui a continuação natural da oferta associada ao Mestrado Integrado (MI) em Engenharia Física (MIEF) e, em conjunto com o MIEF e com o MI em Eng^a Biomédica e Biofísica, ambos do Departamento de Física, completa a oferta da FCUL no domínio da física aplicada, no pilar “Tecnologia e Engenharia”. O modelo assumido para este doutoramento traduz uma estruturação do conhecimento e das competências em 4 NÍVEIS:

- I - CONHECIMENTOS FUNDAMENTAIS, em domínios pertinentes, a desenvolver através de trabalho pessoal e orientado, de modo a proporcionar um nível mais elevado de compreensão, formalização e controlo operacional;*
- II – TECNOLOGIAS - o estudante fará uma escolha das tecnologias relevantes para a solução do problema principal sobre o qual incidirá a sua investigação e dissertação;*
- III – SISTÉMICO - o estudante será orientado para desenvolver a capacidade de especificação e de integração de sistemas, realizando escolhas entre alternativas nem sempre de natureza científica mas que nem por isso são menos relevantes para a atitude profissional do engenheiro físico;*
- IV - APLICAÇÕES E MERCADOS - o estudante entenderá os contextos económicos e/ou de desenvolvimento, à escala internacional e nacional, em que as competências que desenvolveu podem ser utilizadas.*

Ao longo dos 3 ou 4 anos deste ciclo de estudos, o estudante deve ser capaz de passar a conhecer bem UM grande sector carente de desenvolvimentos tecnológicos de base física, seja por estratégia de desenvolvimento, seja pela exploração das oportunidades que se vão abrindo nacional ou internacionalmente, de modo a assumir-se como engenheiro, tecnólogo ou profissional, com uma função económica nas cadeias de valor baseadas no conhecimento dos fenómenos e processos físicos.

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

The student must develop and demonstrate that he/she is able to:

- *Split complex problems in sub-problems which can be solved with strong physics background, with due consideration of interfaces, even with areas of a different scientific nature (eg, biophysics / biology);*
- *Project / design of systems and instruments, from building and/or validating requirements, to the initial detailed modeling to validate specifications of scientific nature, to the implementation, validation, test and operations.*
- *Perform “inverse engineering” and relate experimental results (of a technology or instrument) with the physics that supports them, by launching the iterations required to ensure matching between project and results*
- *Analyze and compare (with strong physical-based reasoning) implementation options and alternatives when solving problems with physical means, in order to perform tradeoffs, even with cost / performances considerations.*

This PhD program, together with MIEF and the Integrated Masters (IM) of FCUL – in particular the IM in Biomedical and Biophysics Engineering, of the Physics Department - completes the offer of FCUL in applied physics. The architecture of this program fully complies with the architecture defined by FCUL for its training activity in the areas of Engineering and Engineering Sciences, where knowledge and competences should be organized in 4 LEVELS:

I: KNOWLEDGE BASE; in specific fields, new knowledge will be developed by personal work in order to reach a higher level of understanding, abstraction, mathematical description and operational control;

II: TECHNOLOGIES; the student will inevitably select the most important technologies to solve the problems and to demonstrate his skills as a researcher, solving problems and documenting his achievements in the dissertation;

III: SYSTEMS; the student must be steered to learn how to specify and integrate systems, making not only scientific tradeoffs but other tradeoffs (concerning costs, for example);

IV: APPLICATIONS AND MARKETS. The student will be steered to understand the national or international economical and/or development contexts, as preferential targets where he should make good use of his capabilities and skills.

During this program (3 or 4 years) , it is expected that the student will understand in detail at least one large sector of activity which requests / purchases new physical-based technological developments, its strategy or opportunistic exploitation of niche needs, in order to fully understand how he can play its role as engineer, technologist or professional, in the supply chains based on in-depth understanding of physical processes and phenomena.

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

As UC's necessárias para a realização do 1º ano (CFA) são todas opcionais e identificadas com base na formação anterior do aluno e na natureza e objectivos do seu projecto de tese. Sendo opcionais, serão criadas de acordo com as necessidades, nos termos regulamentares, isto é serão anualmente propostas pelo Orientador, aceites pelo Coordenador e aprovadas pelo Conselho Científico.

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

The topics of study during year 1 (CFA) are all of optional nature, and will be selected according to the background of the student and nature and objectives of his/her thesis. Being optional, such topics will be created yearly, being proposed by the Supervisor, accepted by the Coordinator and approved by the Scientific Council.

6.2. Organização das Unidades Curriculares

6.2.1. Ficha das unidades curriculares

Mapa X - Empreendedorismo / Entrepreneurship

6.2.1.1. Unidade curricular:

Empreendedorismo / Entrepreneurship

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

Helena Margarida Moreira De Oliveira Vieira - 84h

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

O objectivo final da abordagem "Learn by doing" associada à disciplina é:- Consciencializar os estudantes para a realidade da transferência de tecnologia da universidade para o mercado- Educar os estudantes nas várias vertentes da pesquisa de mercado e empreendedorismo tecnológico, proporcionando competências de gestão e técnicas- Promover a execução de projectos orientados para o mercado nas Universidades Portuguesas- Criar uma cultura empreendedora e crítica, explorando as suas capacidades, competências e falhas pessoais e profissionais- Criar valor acrescentado para a investigação dos PI envolvidos e das instituições envolvidas- Proporcionar ferramentas úteis e valiosas na criação de negócios

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To improve students soft skills and prepare them to consider launching their own scientific and technology based business provideng them with tools for inovation, entrepreneurship and technology transfer.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Learning by doing - K2B teams Casos de estudo Transferência de Tecnologia Inovação Empreendedorismo e soft skills. Pitching

6.2.1.5. Syllabus:

Learning by doing - K2B teams Case studies Technology Transfer Inovation Entrepreneurship & soft skills. Pitching

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

A metodologia seleccionada (learning by doing) é a mais indicada para a aprendizagem dos conceitos deste curso, uma vez que os mesmos são intrinsecamente apreendidos via experimentação e vivência directa. A metodologia é implementada através da criação de grupos de 4-5 alunos que formarão as K2BTeams. O objectivo deste projecto é o de focar a atenção em tecnologias que estão ainda dentro das universidades e avaliar o seu potencial de mercado. Os conceitos que integram este curso serão apreendidos através da sua aplicação a casos empresariais reais, sob a forma de debate de casos de estudo. Esta metodologia permite o conhecimento integrado dos princípios e métodos da moderna Transferência de Tecnologia, ao mesmo tempo que proporciona a oportunidade de desenvolver in loco as competências necessárias para a Inovação e Empreendedorismo. Adicionalmente os alunos desenvolvem as capacidades de análise crítica e relacional, cumprindo assim os objectivos da unidade curricular.

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

The selected methodology (learning by doing) is the most suitable for learning the concepts of this course, since they are inherently learned through experimentation and direct experience. The methodology is implemented by creating groups of 4-5 students who will form the K2BTeams (Knowledge to (2) Business teams). The aim of this project is to focus attention on technologies that are still within university walls and assess their market potential. Additionally, the concepts that integrate this course will be learned by its application to real business cases, in the form of discussion of case studies in which students are called to participate. This methodology allows the integrated knowledge of the principles and methods of modern technology transfer, while providing the opportunity to develop in loco the necessary skills for Innovation and Entrepreneurship. Additionally students develop skills of critical and relational analysis, thus fulfilling the objectives of the course.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A principal metodologia a utilizar nesta disciplina é a "Learning by doing". Irão ser criados grupos de 4-5 alunos que serão a K2BTeams (Knowledge to (2) Business teams). O objectivo deste projecto é o de focar a atenção em biotecnologias que estão ainda dentro das universidades e avaliar o seu potencial de mercado. Em adição, serão realizadas várias apresentações e entregas de trabalhos que permitirão concluir a avaliação final. Os resultados serão mensuráveis essencialmente pela forma de trabalhos orais e escritos, debates e intervenções nas aulas.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The principal methodology used in this course is "Learning by doing". In addition, learning through dynamic studies of actual case studies will be used. In this methodology, students learn by performing in a real and direct way the process of technology transfer, using the tools of Innovation and Entrepreneurship as a vehicle for success. The evaluation occurs during classes, using the "Learning by doing" methodology.

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

A metodologia seleccionada (learning by doing) é a mais indicada para a aprendizagem dos conceitos deste curso, uma vez que os mesmos são intrinsecamente apreendidos via experimentação e vivência directa. A metodologia é implementada através da criação de grupos de 4-5 alunos que formarão as K2BTeams (Knowledge to (2) Business teams). O objectivo deste projecto é o de focar a atenção em tecnologias que estão ainda dentro das universidades e avaliar o seu potencial de mercado, elaborando um plano completo de transferência da mesma do laboratório académico para o tecido empresarial. Adicionalmente, os conceitos que integram este curso serão apreendidos através da sua aplicação a casos empresariais reais, sob a forma de debate de casos de estudo em que os alunos são chamados a intervir e interiorizar os mesmos através da própria vivência destas realidades. Esta metodologia permite o conhecimento integrado dos princípios e métodos da moderna Transferência de Tecnologia, ao mesmo tempo que proporciona a oportunidade de desenvolver in loco as competências necessárias para a Inovação e Empreendedorismo. Adicionalmente os alunos desenvolvem as capacidades de análise crítica e relacional, cumprindo assim os objectivos da unidade curricular.

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

The selected methodology (learning by doing) is the most suitable for learning the concepts of this course, since they are inherently learned through experimentation and direct experience. The methodology is implemented by creating groups of 4-5 students who will form the K2BTeams (Knowledge to (2) Business teams). The aim of this project is to focus attention on technologies that are still within university walls and assess their market potential, developing a comprehensive plan for their transfer from academic laboratory to companies. Additionally, the concepts that integrate this course will be learned by its application to real business cases, in the form of discussion of case studies in which students are called to participate and to internalize them through their own experience of these realities. This methodology allows the integrated knowledge of the principles and methods of modern technology transfer, while providing the opportunity to develop in loco the necessary skills for Innovation and Entrepreneurship. Additionally students develop skills of critical and relational analysis, thus fulfilling the objectives of the course.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Business Model Generation. Alexander Osterwalder & Yves Pigneur. 2009. Self Published. The four steps to Epiphany, Steve Blank. 2013. Self Published. The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses, Eric Ries. 2011. Crown Business, USA. Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies. Stefanos Zenios, et al. 2010. Cambridge university Press, UK. Biodesign Website: <http://www.stanford.edu/group/biodesign/cgi-bin/ebiodesign/> Global Perspectives on Technology Transfer and Commercialization: Building Innovative Ecosystems ed. by John Sibley Butler and David V. Gibson. (2011). Edward Elgar Publishing, USA. Timmons, J.A. & Spinelli, S.. New Venture Creation – Entrepreneurship for the 21st Century. 8th Edition. 2009. The McGraw-Hill Companies, Inc (USA). Dorf, R.C. & Byers, T.H.. Technology Ventures: From Idea to Enterprise. 2nd Edition. 2008. The McGraw-Hill Companies, Inc (USA).

Mapa X - Projeto de Investigação / Research Project**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Projeto de Investigação / Research Project

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

José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 0h

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Avaliação crítica do tema inicial do doutoramento, tendo em vista a avaliação do estado-da-arte, a identificação de metodologias alternativas e/ou mais promissoras bem como dos principais factores que podem conduzir à solução, e os principais constrangimentos face à duração nominal de 4 anos do doutoramento. É ainda necessário introduzir o estudante no ambiente da unidade de investigação que o acolhe, facilitar o acesso seguro aos meios experimentais de que carece e familiarizá-lo com a informação científica em jornais científicos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Critical evaluation of the initial goal of the PhD, including the analysis of the state-of-the-art, the identification of alternative and/or most promising methodologies, drive factors and main constrains in view of the nominal duration of the PhD program (4 years). In addition, the student must be integrated into the research unit and be supported in order to use, safely, the laboratorial facilities to accomplish the work program, and to master the scientific information available, in particular the most relevant scientific journals.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Conhecimento da bibliografia científica relevante para o tema da tese. Aprendizagem / aperfeiçoamento dos ambientes de simulação. Treino na utilização dos equipamentos laboratoriais, em segurança. Aperfeiçoamento na geração de relatórios científicos e na apresentação oral e pública de resultados científicos. Partição do problema principal em sub-problemas, abordagem de sistema, identificação de requisitos e de especificações, identificação e análise de alternativas. Planeamento, tendo em vista os constrangimentos de acesso a equipamentos ou temporais.

6.2.1.5. Syllabus:

Acquaintance with the main written bibliography for the subject of the thesis. Mastering the most important simulation tools and environments. Training to operate safely laboratorial equipments and systems. Improving the quality of written reports and oral presentations of scientific results. Engineering approach: splitting big problems into smaller, solvable problems; system approach; generation of requirements and specifications, tradeoff analysis. Planning in view of constrains (equipment access) and calendar.

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

Formato e conteúdos normais de "formação em exercício", típica da formação de jovens investigadores.

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

Format and content of normal on-the-job training, typical of the training of young researchers.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Integração do estudante na unidade de investigação, que, de alguma forma, também se co-responsabiliza pelo estudante; realização de reuniões semanais com o orientador que deve conduzir o estudante nas diversas acções: leitura da bibliografia, simulação, resolução de problemas iniciais, familiarização com meios experimentais específicos, não descurando a escrita de relatórios de progresso e de pequenas apresentações orais. The student must be integrated into the research unit that, somehow, shares the responsibility to supervise the student; weekly meetings with the supervisor that steers the actions of the student: reading of the main bibliographic references, simulation activities, problem solving, acquaintance with some specific laboratorial equipments or infrastructures, notwithstanding writing progress reports and performing short oral presentation to improve soft skills.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Relatório escrito de 10-20 páginas com uma análise crítica do tema inicial, análise da bibliografia principal, geração de requisitos e/ou especificações iniciais, e uma primeira aproximação à metodologia a seguir nos anos subsequentes. Este relatório será apresentado pública e oralmente na unidade curricular "Seminário de Investigação", perante um júri, incluindo um avaliador externo à unidade de investigação. 10-20 pages written progress report analyzing the initial subject, and including the analysis of the principal bibliography, the generation of requirements and/or specifications, and a first draft to the methodology to follow in subsequent years of the PhD. The report will be presented in the curricular unit "Research Seminar", orally and in public, with a jury integrating an examiner independent from the research unit.

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

Formato normal de "formação em exercício", para formação de jovens investigadores.

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

Normal on-the-job training, typical of the training of young researchers.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia será fornecida pelo Orientador (e pelo Co-orientador)

Mapa X - Seminário / Seminar

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário / Seminar

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

José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 0h

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

Vários docentes envolvidos

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

Proporcionar aos alunos do terceiro ciclo uma perspetiva alargada da investigação em Física desenvolvida quer a nível nacional como internacional, para lhes permitir desenvolver competências científicas e aprender a desenvolver trabalho científico a um nível competitivo internacional.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To endow PhD students with a broad perspective of the ongoing research in Physics, at both national and international level, in order to improve student's scientific skills and learn how to work scientifically at an international and competitive level.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Conjunto de seminários em diferentes áreas da física teórica, aplicada, biomédica e engenharia física, com oradores especializados de instituições nacionais ou estrangeiras.

6.2.1.5. Syllabus:

Seminars in different fields in Physics (theoretical, applied, biomedical and physical engineering) by invited speakers from institutions in Portugal or abroad.

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

Um conjunto diversificado de seminários de espectro alargado em diferentes áreas da Física permite uma perspetiva alargada da investigação e das aplicações da física nesta área do conhecimento.

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

A diversified and broadband set of seminars in different research areas in Physics provides a broad perspective of the ongoing research and applications in this field.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os Seminários cobrem as várias áreas de investigação em Física, proporcionando uma perspetiva alargada da área de conhecimento. Os oradores convidados começam por apresentar de forma pedagógica as principais questões em aberto e técnicas utilizadas, avançando depois para questões mais específicas. A participação dos alunos no seminário é obrigatória. A avaliação consiste na entrega de relatórios de 20 linhas com o essencial da informação recebida em cada um dos seminários frequentados. Para um dos seminários, à escolha do estudante, exige-se uma análise e discussão crítica de um dos seminários, num documento de quatro páginas.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Seminars cover different fields in Physics, providing a broad perspective of this field of knowledge. The invited speakers present a pedagogical introduction to their research area, including open questions and techniques, and proceed discussing specific research questions. Students' participation in the seminars is mandatory. For the evaluation, students will generate a 20 lines summary for each of the attended seminars and, for one of the seminars, a 4 pages document with a critical analysis and discussion on the topics discussed.

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

Seminários por oradores especializados permitem um contacto direto com a investigação em curso e a possibilidade de trocar ideias sobre os detalhes dos problemas e técnicas utilizadas. Podem ainda alertar para possíveis problemas de tecnologia / engenharia cuja resolução poderia beneficiar a física.

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

Seminars by specialized invited speakers permit the direct contact with ongoing research and the possibility of discussing the details of the problem and used techniques. They can also provide hints on needed technological or engineering solutions for relevant physics experiments.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia será fornecida pelos oradores nas suas apresentações.

Mapa X - Seminário de Investigação / Research Seminar**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Seminário de Investigação / Research Seminar

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

José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 0h

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

Não existem outros docentes envolvidos.

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

Realização de um seminário público e sujeito a avaliação perante um júri sobre o trabalho realizado durante o 1º ano do programa doutoral, focado no desenho detalhado do tema inicial da tese proposto pelo orientador e no planeamento realista dos anos seguintes, face aos eventuais estrangimentos materiais e temporais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Realization of a public seminar, subject to evaluation by a jury, covering the work performed during the first year of the doctoral program, focused on the detailed design of the subject of the thesis (as proposed by the supervisor) and on the realistic planning of the subsequent years, taking in account possible material or calendar constrains.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Semelhantes aos da unidade disciplinar "Projecto de Investigação"

6.2.1.5. Syllabus:

Identical to those of the unit "Research Project".

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

Etapa normal de "formação em exercício", típica da formação de jovens investigadores.

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

Normal on-the-job training, typical of the training of young researchers.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Para se preparar para a avaliação perante um júri, o estudante deverá poder ter realizado diversas apresentações orais no contexto da unidade de I&D. A avaliação incide sobre: - a intelegibilidade, qualidade e razoabilidade científica do documento; - clareza, correção e organização da exposição inicial; - capacidade do estudante em dialogar com os membros do júri e em responder adequada e autonomamente às suas perguntas, críticas ou sugestões.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

In order to prepare the final evaluation, the student should have been given the opportunity to perform several oral presentations in the research unit. The evaluation will address: - the content, quality and scientific soundness of the written report; - the clarity and organization and correctness of the oral presentation; - the capability to maintain a dialogue with the jury and to answer properly to the questions, criticism or suggestions.

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

Trata-se de uma prova que, à sua escala - e em conjunto com as várias unidades "Dissertação de Doutoramento" e ao longo do programa doutoral - deve ir ajudando o estudante a preparar-se para a defesa pública da sua tese, com maior enfoque, no 1º ano, na clarificação realista do tema inicial da tese e no seu planeamento. A supervisão e a função crítica do orientador - e dos membros da unidade de I&D com quem o estudante mais interaja - são críticas. De forma formal ou informal, o estudante deve ir tendo consciência das suas eventuais lacunas em "soft skills" e deverá solicitar apoio específico, se necessário, para as superar.

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

This is an examination that should help the student preparing its final dissertation at the end of the doctoral program, together with other units of similar kind, in years 2, 3 and 4. During the year 1, the focus is certainly a better and realistic design of the initial subject of the thesis and its planning. The supervisor – and the senior researchers of the R&D unit – share a critical responsibility to guide the student in this process. In addition, the student must be conscious, somehow, of his/her limitations in "soft skills" and timely request formal or informal support to overcome them.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Não aplicável.

Mapa X - Seminário Doutoral I / Doctoral Seminar I**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Seminário Doutoral I / Doctoral Seminar I

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

José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 0h

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

Vários docentes envolvidos.

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

Avaliação do trabalho de investigação realizado durante o ano, acompanhamento independente da execução do plano de trabalhos bem como do progresso das competências de apresentação e discussão oral de trabalho científico.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Evaluation of the scientific work carried out during the previous year, independent steering of the execution of the work plan and of the progress of the student to present and discuss orally scientific results.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Apresentação oral do trabalho desenvolvido na unidade curricular de "Tese (2º ano)" e discussão do relatório de progresso.

6.2.1.5. Syllabus:

Presentation of the work developed in the curricular unit of "Thesis (2nd year)" and discussion of the progress report.

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

A apresentação do trabalho desenvolvido na unidade curricular de "Tese (2º ano)" permite ao aluno desenvolver competências de apresentação e discussão do trabalho desenvolvido pelo próprio.

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

The presentation of work in the curricular unit "Thesis (2nd year)" allows students to develop presentation and discussion skills using the work done by themselves.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O relatório de progresso e a apresentação são apoiadas pelo supervisor. Apresentação oral e pública perante um Júri que inclui o orientador, o(s) arguente(s) e o coordenador do ciclo de estudos) do trabalho de investigação realizada na Tese (2º ano), e sobre o qual foi produzido um relatório de progresso escrito. Avaliação da forma e conteúdo do relatório de progresso, da sua defesa e apresentação em 20-30 minutos, e da forma como decorre a discussão com os membros do júri.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The progress report and the oral presentation are prepared under supervisor's guidance. Oral and public presentation before a jury - including the supervisor, examiner(s) and the coordinator of the PhD program - of the research work performed in the "Thesis (2nd year)" unit, and on which a written progress report has been produced. Evaluation of the progress report (form and content), of its presentation (in 20 - 30 minutes) and of the discussion with the members of the jury.

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

Etapa normal de "formação em exercício", típica da formação de jovens investigadores.

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

Normal on-the-job training, typical of the training of young researchers.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia será fornecida pelo Orientador (e pelo Co-orientador)

Mapa X - Seminário Doutoral II / Doctoral Seminar II**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Seminário Doutoral II / Doctoral Seminar II

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

José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 0h

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

Vários docentes envolvidos.

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

Avaliação do trabalho de investigação realizado durante o ano, acompanhamento independente da execução do plano de trabalhos bem como do progresso das competências de apresentação e discussão oral de trabalho científico.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Evaluation of the scientific work carried out during the previous year, independent steering of the execution of

the work plan and of the progress of the student to present and discuss orally scientific results.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Apresentação oral do trabalho desenvolvido na unidade curricular de "Tese (3º ano)" e discussão do relatório de progresso.

6.2.1.5. Syllabus:

Presentation of the work developed in the curricular unit of "Thesis (3rd year)" and discussion of the progress report.

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

A apresentação do trabalho desenvolvido na unidade curricular de "Tese (3º ano)" permite ao aluno desenvolver competências de apresentação e discussão do trabalho desenvolvido pelo próprio.

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

The presentation of work in the curricular unit "Thesis (3rd year)" allows students to develop presentation and discussion skills using the work done by themselves.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O relatório de progresso e a apresentação são apoiadas pelo supervisor. Apresentação oral e pública perante um júri que inclui o orientador, o(s) arguente(s) e o coordenador do ciclo de estudos) do trabalho de investigação realizada na Tese (2º ano), e sobre o qual foi produzido um relatório de progresso escrito. Avaliação do relatório de progresso, da sua defesa apresentação em 20-30 minutos, e da forma como decorre a discussão com os membros do júri.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The progress report and the oral presentation are prepared under supervisor's guidance. Oral and public presentation before a jury - including the supervisor, examiner(s) and the coordinator of the PhD program - of the research work performed in the "Thesis (2nd year)" unit, and on which a written progress report has been produced. Evaluation of the progress report (form and content), of its presentation (in 20 - 30 minutes) and of the discussion with the members of the jury.

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

Etapa normal de "formação em exercício", típica da formação de jovens investigadores.

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

Normal on-the-job training, typical of the training of young researchers.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia será fornecida pelo Orientador (e pelo Co-orientador)

Mapa X - Seminário Doutoral III / Doctoral Seminar III

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário Doutoral III / Doctoral Seminar III

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

José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 0h

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

Vários docentes envolvidos.

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

Avaliação do trabalho de investigação realizado durante o ano, acompanhamento independente da execução do plano de trabalhos bem como do progresso das competências de apresentação e discussão oral de trabalho científico.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Evaluation of the scientific work carried out during the previous year, independent steering of the execution of the work plan and of the progress of the student to present and discuss orally scientific results.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Apresentação oral do trabalho desenvolvido na unidade curricular de "Tese (4º ano)" e discussão do relatório de progresso. Em condições normais, se esta prova for realizada já deverá constituir um ensaio para a defesa final da tese.

6.2.1.5. Syllabus:

Presentation of the work developed in the curricular unit of "Thesis (4nd year)" and discussion of the progress report. In normal conditions, if the exam is actually performed, it will be a rehearsal for the final defense of the PhD.

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

A apresentação do trabalho desenvolvido na unidade curricular de "Tese (4º ano)" permite ao aluno desenvolver competências de apresentação e discussão do trabalho desenvolvido pelo próprio.

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

The presentation of work in the curricular unit "Thesis (4nd year)" allows students to develop presentation and discussion skills using the work done by themselves.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O relatório de progresso e a apresentação são apoiadas pelo supervisor. Apresentação oral e pública perante um Júri que inclui o orientador, o(s) arguente(s) e o coordenador do ciclo de estudos) do trabalho de investigação realizada na Tese (2º ano), e sobre o qual foi produzido um relatório de progresso escrito. Avaliação do relatório de progresso, da sua defesa apresentação em 20-30 minutos, e da forma como decorre a discussão com os membros do júri.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The progress report and the oral presentation are prepared under supervisor's guidance. Oral and public presentation before a jury - including the supervisor, examiner(s) and the coordinator of the PhD program - of the research work performed in the "Thesis (2nd year)" unit, and on which a written progress report has been produced. Evaluation of the progress report (form and content), of its presentation (in 20 - 30 minutes) and of the discussion with the members of the jury.

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

Etapa normal de "formação em exercício", típica da formação de jovens investigadores.

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

Normal on-the-job training, typical of the training of young researchers.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia será fornecida pelo Orientador (e pelo Co-orientador)

Mapa X - Tese (2º ano) / Thesis (2nd year)

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tese (2º ano) / Thesis (2nd year)

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

José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 0h

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

Vários docentes envolvidos.

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

Trabalho de investigação com vista à tese de doutoramento.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Research for the PhD thesis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

De acordo com o plano de trabalhos, definido pelo orientador e aluno, com as devidas alterações em função do curso da investigação.

6.2.1.5. Syllabus:

According to the work plan, as defined by supervisor and student, taking into account the previous phases of the research.

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

Não Aplicável

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

Not Applicable

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalho de investigação realizado sob a supervisão do orientador. Acompanhamento garantido pelo orientador (e pelo coorientador, caso exista) através de reuniões regulares; acompanhamento informal (e de alerta) assegurado pela equipa de investigação em que o estudante se insere. O trabalho do ano é formalmente apresentado e avaliado anualmente no Seminário Doutoral I, onde o trabalho será discutido com três professores da especialidade, incluindo um docente ou investigador externo à equipa de orientação, preferencialmente de outra escola.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Research work performed under the guidance of a supervisor. The evolution of the work is followed closely by the supervisor (and co-supervisor, in case he exists), through regular meetings; the research group in which the student belongs to, will also perform an informal steering and may generate alerts. The work is monitored and evaluated annually in the Doctoral Seminar I, in which it is discussed with three professors of the area, including researchers outside the supervision team, from other institutions whenever possible.

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

É a prática normal associada a "on-the-job training" em investigação científica.

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

Normal "on-the-job training" for research.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia será fornecida pelo orientador e pelo coorientador, caso exista.

Mapa X - Tese (3º ano) / Thesis (3rd year)**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Tese (3º ano) / Thesis (3rd year)***6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 0h***6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:***Vários docentes envolvidos.***6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Trabalho de investigação com vista à tese de doutoramento.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Research for the PhD thesis.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***De acordo com o plano de trabalhos, definido pelo orientador e aluno, com as devidas alterações em função do curso da investigação.***6.2.1.5. Syllabus:***According to the work plan, as defined by supervisor and student, taking into account the previous phases of the research.***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***Não aplicável***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***Not Applicable***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Trabalho de investigação realizado sob a supervisão do orientador. Acompanhamento garantido pelo orientador (e pelo coorientador, caso exista) através de reuniões regulares; acompanhamento informal (e de alerta) assegurado pela equipa de investigação em que o estudante se insere. O trabalho do ano é formalmente apresentado e avaliado anualmente no Seminário Doutoral II, onde o trabalho será discutido com três professores da especialidade, incluindo um docente ou investigador externo à equipa de orientação, preferencialmente de outra escola.***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***Research work performed under the guidance of a supervisor. The evolution of the work is followed closely by the supervisor (and co-supervisor, in case he exists), through regular meetings; the research group in which the student belongs to, will also perform an informal steering and may generate alerts. The work is monitored and evaluated annually in the Doctoral Seminar II, in which it is discussed with three professors of the area, including researchers outside the supervision team, from other institutions whenever possible.***6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***É a prática normal associada a "on-the-job training" em investigação científica.***6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.***Normal "on-the-job training" for research.***6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:***A bibliografia será fornecida pelo orientador e pelo coorientador, caso exista.*

Mapa X - Tese (4º ano) / Thesis (4th year)**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Tese (4º ano) / Thesis (4th year)

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

José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 0h

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

Vários docentes envolvidos.

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

Trabalho de investigação com vista à tese de doutoramento. Escrita da tese.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Research for the PhD thesis. Writing the PhD thesis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

De acordo com o plano de trabalhos, definido pelo orientador e aluno, com as devidas alterações em função do curso da investigação. Escrita da tese.

6.2.1.5. Syllabus:

According to the work plan, as defined by supervisor and student, taking into account the previous phases of the research. Writing the PhD thesis.

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

Não Aplicável

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

Not applicable.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalho de investigação realizado sob a supervisão do orientador. Acompanhamento garantido pelo orientador (e pelo coorientador, caso exista) através de reuniões regulares; acompanhamento informal (e de alerta) assegurado pela equipa de investigação em que o estudante se insere. O trabalho do ano é formalmente apresentado e avaliado anualmente no Seminário Doutoral III, onde o trabalho será discutido com três professores da especialidade, incluindo um docente ou investigador externo à equipa de orientação, preferencialmente de outra escola. O Seminário Doutoral III deve, preferencialmente, ser substituído pelas provas públicas de defesa da tese.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Research work performed under the guidance of a supervisor. The evolution of the work is followed closely by the supervisor (and co-supervisor, in case he exists), through regular meetings; the research group in which the student belongs to, will also perform an informal steering and may generate alerts. The work is monitored and evaluated annually in the Doctoral Seminar III, in which it is discussed with three professors of the area, including researchers outside the supervision team, from other institutions whenever possible. The public and final defense of the PhD may overcome the Doctoral Seminar III.

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

É a prática normal associada a "on-the-job training" em investigação científica.

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

Normal "on-the-job training" for research.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia será fornecida pelo orientador e pelo coorientador, caso exista.

Mapa X - Análise de Dados em Física Nuclear e Partículas / Data Analysis in Nuclear and Particle Physics**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Análise de Dados em Física Nuclear e Partículas / Data Analysis in Nuclear and Particle Physics

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

Patrícia Conde Muiño (7h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Agostinho da Silva Gomes (10,5h)

José Carvalho Maneira (10,5h)

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

A - Aprender os procedimentos básicos envolvidos na medição de observáveis físicos no campo da Física Nuclear e de Partículas a partir dos dados recolhidos pelos detectores.

B - Compreender a importância do tratamento adequado dos dados em experiências, entender a teoria que suporta as técnicas de tratamento dos dados mais comuns.

C - Aprender ferramentas modernas básicas de computação para análise de dados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

A - To learn basic procedures involved in measurement of physical observables in the field of Nuclear and Particle Physics.

B - To understand the importance of proper data treatment in experiments, understand the theory behind the standard data treatment techniques.

C - To learn basic modern computing tools of data analysis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Os parâmetros e limitações dos detetores que contribuem para erros experimentais.

2. Distribuições de probabilidade.

3. Simulações Monte Carlo.

4. A inferência estatística e ajustes.

5. O kit de ferramentas ROOT.

6. Conjunto de casos práticos para análise de dados.

6.2.1.5. Syllabus:

1. What is data in Nuclear and Particle Physics.

2. Detector parameters and limitations that contribute to experimental errors.

3. Probability distributions.

4. Statistical inference and fitting.

5. Monte Carlo simulations.

6. The ROOT toolkit.

7. Set of practical cases for data analysis.

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

No contexto da Física Nuclear e de Partículas é essencial dominar tanto o conhecimento dos detetores utilizados nas experiências como a aquisição e tratamento de dados, ancorada na análise estatística.

Estas técnicas não só têm aplicações na investigação e análise de dados de física, mas também são fundamentais para o design, desenvolvimento, teste e validação de novas tecnologias de detetores numa variada gama de domínios (aplicações médicas, detetores de radiação, etc.).

O programa abrange tanto os efeitos e a influência dos detectores sobre as medidas experimentais obtidas, como a análise estatística e técnicas de correcção usando ferramentas actuais de software existentes desenvolvidas pela comunidade de Física de Altas Energias, centrada no CERN. Isso permitirá que os alunos sejam capazes de compreender os dados que vêm de uma experiência moderna e analisá-los com ferramentas poderosas para extrair os resultados e avaliar os respectivos erros.

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

In the context of Nuclear and Particle Physics it is essential to master both the knowledge of the detectors used in the experiments and the data acquisition and treatment machinery, anchored in statistical analysis.

These techniques not only have applications in research and physics data analysis but are also fundamental for the design, development, testing and validation of new detector technologies that have a applications in a diverse range of domains (medical applications, radiation detectors, etc.).

The program covers both the effects and the influence of the detectors on the obtained experimental measurements and statistical analysis and correction techniques using existing up-to-date software tools developed by the HEP community centered at CERN. This will allow the students to be able to understand the data coming from a modern experiment and to analyse it with powerful tools in order to extract the results and to assess the respective errors.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Aulas teóricas ou estudo tutorial abordando temas relevantes da análise estatística dos dados e ferramentas de software modernas.

TEÓRICO-PRÁCTICA

As diferentes técnicas serão aplicadas nas aulas práticas para a análise de dados provenientes de experiências reais ou de simulação.

PRÁCTICA LABORATORIAL

NA

AVALIAÇÃO

Apresentação e discussão de um trabalho escrito

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL

Theoretical lectures or tutorial guidance covering relevant topics of statistical data analysis and modern, versatile software tools used in the fields of Particle and Nuclear Physics.

THEORY-PRACTICE

The different techniques will be applied in the practical classes to the analysis of data coming from real experiments or simulation.

LABORATORY PRACTICE

NA

EVALUATION

Presentation and discussion of a final written work.

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

Nas sessões teóricas serão discutidos com os alunos os conceitos de tratamento estatístico de dados, técnicas de análise. Serão igualmente discutidas o estado da arte em ferramentas computacionais e abordados problemas ou exemplos para ilustrar as diferentes técnicas de análise.

Estas sessões serão complementadas por aulas de laboratório computacional, para aprender as ferramentas de software e aplicar os conceitos estudados nas aulas teóricas para a solução de casos práticos simples,

mas representativos. Os alunos irão utilizar os dados provenientes de experiências ou de simulação e serão aplicadas as várias técnicas de análise para extrair parâmetros e erros associados.

Esta abordagem (que abrange a aprendizagem e as fases de avaliação individuais) habilita os alunos a aprender por experiência prática como analisar dados provenientes de uma experiência de Física e a para escolher e aplicar as técnicas adequadas a um determinado problema, consolidando os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos.

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

In the theoretical sessions, the concepts of statistical data treatment, analysis techniques and state-of-the-art software and computing tools will be discussed with the students, as well as problems or examples to illustrate the different analysis techniques.

These sessions will be complemented by laboratory classes, to learn the software tools and apply the concepts studied in the theoretical sessions to the solution of simple but representative practical cases. The students will use data coming from experiments or pseudo-data (simulation) and will apply the several analysis techniques to extract parameters and associated errors.

This approach (covering the learning and the individual assessment phases) enables students to learn-by experience how to analyse data coming from an experiment, to choose and apply the appropriate techniques at a given problem and consolidate the theoretical and practical knowledge acquired.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

G. Cowan, Statistical Data Analysis;

L. Lyons, A practical guide to data analysis for physical science students;

G. Bohm and G. Zech, Introduction to Statistics and Data Analysis for Physicists;

ROOT manual

Mapa X - Cálculo de Estruturas de Bandas / Band Structure Calculation

6.2.1.1. Unidade curricular:

Cálculo de Estruturas de Bandas / Band Structure Calculation

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

Thomas Peter Gasche (28h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Aprendizagem de técnicas de cálculo de estruturas de bandas e das vantagens e desvantagens das diferentes abordagens.

Treinar os alunos na compreensão dos conceitos e na aplicação das ferramentas básicas de cálculo da estrutura electrónica para dedução das propriedades físicas nomeadamente estruturais, ópticas, eléctricas e magnéticas.

Fornecer o conhecimento necessário para a leitura de artigos científicos envolvendo este tipo de cálculos e para a comparação com resultados experimentais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Learning band structure calculation techniques, advantages and disadvantages of the different approaches.

Training in the concepts and application of the basic tools for calculation of the electronic structure of materials and deduction of physical properties including structural, optical, electrical and magnetic.

Provide students the skills for reading scientific articles involving this type of calculations and for comparison with experimental results.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- *Revisão sobre os conceitos associados*
- *Bases para o cálculo da estrutura de energia mínima.*
- *Estrutura de bandas de metal e isolante: hiato de energia; transições ópticas*
- *Magnetismo itinerante e localizado*
- *Teoria do funcional da densidade; especificações*

6.2.1.5. Syllabus:

- *Revision of the basic concepts associated with electronic structure of materials*
- *Calculation of the minimal energy crystalline structure*
- *Band structure of metals and insulators: energy gap and optical transitions*
- *Itinerant and localized magnetism*
- *Density Functional Theory: specifications*

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

São abordadas as questões essenciais no quadro das técnicas de cálculo de estruturas de bandas, com a sequência e profundidade necessárias para uma aquisição de competências no domínio da sua aplicação a diferentes sistemas e para uma iniciação à investigação científica envolvendo esta temática.

As técnicas de cálculo de estruturas de bandas serão exploradas e a sua utilização para a previsão das propriedades físicas será demonstrada para casos concretos de aplicação. Será incluída a discussão dos erros de cálculo mais comuns, assim como as especificações e limitações para diferentes tipos de materiais e nano-estruturas.

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

The key issues for the understanding of the proposed themes are outlined with the sequence and depth needed for an acquisition of skills concerning the application to different systems and for a initiation to research activity in this domain.

Band structure calculation techniques are exploited and their use for predicting the physical properties is demonstrated for specific cases.

The most common mistakes in performing this type of calculation will be presented. Specific trends and limitations associated with the different types of materials and nano-structures will be discussed.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas para apresentação das diferentes técnicas e práticas computacionais para utilização das técnicas.

A avaliação inclui a apresentação dos cálculos na forma de pequenos relatórios após cada sessão prática e uma apresentação final sobre um dos cálculos efectuados ao longo das sessões práticas, a combinar com o professor responsável, bem como a discussão oral de algumas publicações científicas.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and computational work. During lectures, general presentation and explanations of the different techniques will be given. Practical work will include

The evaluation includes the discussion of computational results and derived short reports, after each practical session, a final oral presentation of one the models and computational results obtained, and oral discussions of scientific publications.

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

As aulas teóricas são aulas de exposição sobre o temas propostos onde são apresentados os conceitos, os modelos existentes e os desenvolvimentos recentes na área em estudo, discutidos exercícios e realizada a análise de artigos, sob proposta do(s) docente(s) envolvidos.

Sendo uma unidade de carácter essencialmente computacional, o ensino é centrado na utilização das técnicas e no treino relativamente à sua aplicação a casos concretos que cobrem os principais tipos de sistemas.

Este treino é concretizado nas aulas práticas onde os estudantes são confrontados com os cálculos e os fundamentos físicos que as suportam, o que lhes permite complementar e consolidar os conceitos adquiridos, ganhar competências na compreensão das técnicas e no controlo das hipóteses iniciais utilizadas assim como na interpretação dos resultados obtidos e sua comparação com os resultados experimentais.

O conjunto das metodologias de ensino e de avaliação permite a consolidação dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos, ao mesmo tempo que introduz os estudantes ao trabalho de investigação científica nesta área.

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

In theoretical classes, the different issues will be explained, namely the basic concepts, models and recent development in the domain, followed by the discussion of exercises and scientific articles proposed by the teachers.

As the unit has essentially a computational nature, the teaching is focused in the foundations and description of the techniques and on the specific training in their application to some case studies representative of materials, both bulk and nanostructured.

This training is explored in the laboratory classes where the students, facing the real calculations, can check the physical concepts and gain skills on the understanding and utilisation of the techniques for the prediction of the physical properties in different types of systems and nanostructures, on the control of experiments and associated errors as well as on the analysis and interpretation of data.

The ensemble of the teaching methodologies and evaluation procedures allows the consolidation of the theoretical and practical knowledge acquired. Laboratory experiments will be carried out using standard industrially and custom built deposition systems. This will give the students an opportunity to get on site experience with thin films fabrication technologies in a research scientific environment.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Richard M. Martin, "Electronic Structure: Basic Theory and Practical Methods", Cambridge University Press 2013

David Sholl and Janice A Steckel, "Density Functional Theory: A Practical Introduction", John Wiley & Sons 2009

Mapa X - Caracterização Magnética de Alta Resolução / High Resolution Magnetic Characterization

6.2.1.1. Unidade curricular:

Caracterização Magnética de Alta Resolução / High Resolution Magnetic Characterization

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

Maria Margarida da Fonseca Beja Godinho (7h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Maria Margarida Colen Martins da Cruz (10,5h)

Andrii Yaroslavovich Vovk (10,5h)

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

Apresentar as principais técnicas de medida de propriedades magnéticas, e as suas aplicações em ciência e em contexto industrial, bem como as respectivas vantagens e limitações, tanto na caracterização de amostras extensas como de nano-estruturas.

Treinar os estudantes na avaliação e interpretação das propriedades magnéticas (matéria volúmica e nano-estruturas) e na utilização operacional de técnicas experimentais de elevada resolução que viabilizam o estudo das propriedades magnéticas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To explain the most used magnetic measurement techniques, their applications in science and industry and the advantages and limitations of different techniques with respect to bulk materials and nanostructures.

To train the students in the assessment and interpretation of the magnetic properties of bulk and nanomaterials, as well as in the manipulation of high resolution experimental techniques allowing the study of magnetic systems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Introdução às propriedades magnéticas

Técnicas para análise de materiais magnéticos descrição e aspectos técnicos da sua utilização.

Materiais nanoestruturados: especificações e limitações associadas.

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction to the study of magnetic properties

High resolution techniques for the study of magnetic materials: description and technical aspects.

Nanostructured materials: specifications and main limitations in the assessment of magnetic properties.

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

A medição é uma actividade importante do Engenheiro físico, que deve controlar todos os elementos da cadeia de medição, designadamente a relação com as propriedades da matéria e os dispositivos sensoriais. As propriedades magnéticas são muito relevantes em nano-estruturas, pois a natureza funcional específica de cada nano-dispositivo depende muitas vezes da sua resposta e comportamento magnéticos.

São abordadas as questões essenciais para a compreensão das propriedades magnéticas de diferentes sistemas, com a sequência e profundidade necessárias para uma aquisição de competências no domínio da determinação, análise e interpretação dos resultados obtidos a partir de diferentes técnicas, tanto numa perspectiva operacional como no contexto da iniciação à investigação científica.

A discussão dos erros experimentais e instrumentais mais comuns assim como das limitações da aplicação das técnicas estudadas em diferentes materiais e nano-estruturas será incluída.

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

Measurement is an important task of the Physics Engineer, who should be trained to control all the elements of the measurement chain, on particular those directly related to the properties of matter and sensing devices. Magnetism is quite relevant in nanostructures, since, in many cases, their specific function is based upon the magnetic response and characteristics of the system.

The key issues for the understanding of the proposed themes are outlined with the sequence and depth needed for an acquisition of skills concerning the understanding and use of the measurement techniques for assessment of magnetic properties, both in the context of scientific research and industrial operation.

The magnetic measurement techniques and their use are demonstrated along with the general ideas of applications in science and industry. This includes analysis of the typical experimental errors and limitations of the experimental techniques for bulk materials and nanostructures.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e laboratoriais.

Nas aulas teóricas, apresentações genéricas e descrição das técnicas experimentais.

Nas aulas de laboratório, os estudantes utilizarão equipamentos de investigação (VSM, SQUID, MOKE and AC set-up) disponíveis nos laboratórios das unidades associadas ao DF; Diversas experiências serão realizadas para explicar as diferentes técnicas e a caracterização magnética resultante a partir dos parâmetros característicos.

A avaliação será baseada na resolução de problemas pelos estudantes, na dinâmica de participação nas

actividades laboratoriais, e apresentação oral de um projecto experimental ou discussão de um artigo científico sobre o tema.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and laboratory classes.

During lectures general presentation of the experimental techniques will be given.

In the laboratory classes the students will use the research equipment (VSM, SQUID, MOKE and Ac set-up) available in the laboratories of the research units associated with the physics department; a number of experiments on test samples will be carried on to explain usage of these techniques. Practical course will include the magnetic characterization of different samples and the determination of the characteristic parameters.

Evaluation will be based on exercises solving, participation in the laboratory classes, oral presentation of an experimental project or discussion of a scientific article on the subject.

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

As aulas teóricas são aulas de exposição sobre o temas propostos onde são apresentados os conceitos, os modelos existentes e os desenvolvimentos recentes na área em estudo, discutidos exercícios e realizada a análise de artigos, sob proposta do(s) docente(s) envolvidos.

Sendo uma unidade de carácter essencialmente experimental, o ensino é centrado na utilização das técnicas disponíveis e no treino relativamente à sua aplicação a casos concretos que cobrem os principais tipos de sistemas, nano-estruturados ou não.

Este treino é concretizado nas aulas práticas de laboratório onde os estudantes são confrontados com as experiências e respectivos fundamentos físicos, o que lhes permite complementar e consolidar os conceitos adquiridos, ganhar competências na compreensão e utilização de equipamento sofisticado, na preparação de experiências específicas para aquisição da informação pretendida e no seu controlo, e ainda na análise dos erros associados e na interpretação dos dados com base nos modelos existentes.

O conjunto das metodologias de ensino e de avaliação permite a consolidação dos conhecimentos adquiridos, tanto teóricos como práticos, ao mesmo tempo que prepara os estudantes para o trabalho de investigação científica.

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

In the theoretical classes the different issues will be explained, namely the basic concepts, models and recent development in the domain, followed by the discussion of exercises and scientific articles proposed by the teachers.

As the unit has essentially a practical nature the teaching is focused in the basis and description of the experimental techniques and on the specific training in their application to representative case studies, concerning both bulk and nanostructured materials.

This training is explored in the laboratory classes where the students, facing the real experiments, can check the physical concepts and gain skills on the understanding and utilisation of sophisticated equipment, on the preparation of specific experiments to access the information about the systems under study, and on the control of the experiment and associated errors as well as on the analysis and interpretation of data.

The ensemble of the teaching methodologies and evaluation procedures allows the consolidation of the theoretical and practical knowledge acquired and the initiation of the students to the methods of scientific research.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Giorgio Bertotti, Hysteresis in Magnetism For Physicists, Materials Scientists, and Engineers, 1998 Elsevier.

Fausto Fiorillo, Characterization and Measurement of Magnetic Materials 2004 Elsevier.

Mapa X - Detetores de Radiação e de Partículas / Radiation and Particle Detectors**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Detetores de Radiação e de Partículas / Radiation and Particle Detectors

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

Luis Filipe dos Santos Garcia Peralta (7h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Agostinho da Silva Gomes (10,5h)

Daniel Galaviz Redondo (10,5h)

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

A - Disponibilização de conhecimentos sobre os conceitos e técnicas de deteção de partículas para que o aluno adquira a capacidade de analisar o funcionamento de um detetor de radiação.

B - Conhecimento dos diferentes tipos de detetores mais usados em Física Nuclear e de Partículas

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

A - To provide solid knowledge on the concepts and techniques of particle detection so that students acquire the ability to analyze the functioning of a radiation detector.

B - To provide a wide view of different detector types commonly used in Nuclear and Particle Physics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Técnicas de deteção da radiação ionizante.*
- 2. Técnicas de leitura de sinal.*
- 3. Medidas da energia.*
- 4. Medida de velocidade.*
- 5. Medida de posição e momento.*
- 6. Identificação de partículas.*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Ionizing radiation detection techniques.*
- 2. Signal reading techniques.*
- 3. Energy measurement.*
- 4. Velocity measurement.*
- 5. Measurement of position and momentum.*
- 6. Particle identification.*

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

A área dos detetores de radiação encontra-se em permanente evolução, sendo exigidos sólidos conhecimentos sobre os princípios físicos fundamentais da interacção da radiação e partículas com campos e materiais.

Os conteúdos incidem nas diversas classes de detetores, abordando os métodos mais usados na sua construção.

Dada a extensão do campo a UC irá centrar-se nos tipos de detetores mais gerais para cada intervalo de energia e grandeza física medida.

O objectivo A é alcançado através dos dois primeiros capítulos onde são apresentados os princípios gerais e as técnicas usadas na construção dos detetores de radiação.

O objectivo B é alcançado com a apresentação dos vários tipos de detetores, categorizados por função, que é feita nos capítulos 3 a 6.

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

The field of radiation detectors is constantly evolving, being required solid knowledge on the fundamental physical principles of radiation and particle interaction with matter.

The contents focus on several detector types, addressing the methods most used in its construction.

Given the extent of the field the discipline will focus on the most common types of detector for each energy range and physical quantity been measured.

Objective A is achieved through the first two chapters where the general principles and techniques used in the construction of radiation detectors are presented.

Object B is achieved with the introduction of various detector types, categorized by function, in Chapters 3 through 6.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Aulas teóricas e/ou tutoriais

TEÓRICO-PRÁCTICA

Análise de um detector. Realização de exercícios.

PRÁCTICA LABORATORIAL

AVALIAÇÃO

Apresentação e discussão de um trabalho final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL

Lectures and tutorial guidance

THEORY-PRACTICE

Analysis of a detector. Exercises.

LABORATORY PRACTICE

EVALUATION

Presentation and discussion of a final written work.

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

Nesta unidade curricular pretende-se fornecer o panorama actual sobre a utilização avançada, projecto e construção de detectores de radiação e de partículas.

Nas aulas teóricas são apresentados os conceitos, os modelos existentes e os desenvolvimentos recentes. Na sua sequência é igualmente feita a análise de artigos científicos recentes sobre os temas em discussão.

As aulas teóricas são complementadas com aulas práticas onde exemplos seleccionados permitirão consolidar os conceitos adquiridos.

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

This course is intended to provide a current overview about the advanced use, design and construction of radiation and particle detectors.

In the theoretical lectures it is presented the concepts, existing models and recent developments of the field. It will also be made the analysis of recent scientific papers on the topics under discussion.

The lectures are complemented with practical sessions where selected examples will consolidate the acquired concepts.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Particle Detectors, C. Grupen and B. Shwartz, 2008

Semiconductor Radiation Detectors, G. Lutz, 2007

Radiation Detection and Measurement, Glenn F. Knoll, 2010

Measurement And Detection Of Radiation, N. Tsoulfanidis, 1995

Selected scientific papers.

Mapa X - Metrologia Ótica Avançada / Advanced Optical Metrology

6.2.1.1. Unidade curricular:

Metrologia Ótica Avançada / Advanced Optical Metrology

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

Alexandre Pereira Cabral (7h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Manuel Adler Sanchez de Abreu (21h)

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

A instrumentação de base óptica e fotónica tem nos dias de hoje uma importância vital, sobretudo face às recentes evoluções tecnológicas a nível das fontes luminosas, sensores e técnicas de processamento. Em metrologia, estes sistemas atingem níveis de exactidão e alcance que não são possíveis com outras tecnologias.

A aplicação dos sistemas metrológicos de base óptica pode ir desde a medida de finas camadas de átomos que cobrem uma superfície até à medição de distâncias entre satélites que distam de vários milhões de km.

Apresenta-se nesta disciplina um conjunto de tópicos de técnicas de metrologia óptica, salientando a diversidade a nível do processamento do sinal luminoso para a estimativa de medida: desde as técnicas de óptica analógica (coerente e incoerente) até à óptica digital.

Pretende-se assim que os alunos entendam as actuais e futuras implementações dessas técnicas e a compreender as suas especificidades de implementação, no domínio da óptica e da física associada.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The instrumentation based in optic and photonics technology has nowadays a vital importance, having in mind recent technology advances in terms of luminous sources, sensors and optical signal processing techniques. In metrology, these systems achieve levels of uncertainty and range not accessible to other technologies

The spectra of application of these sensors can go from the measurement of the thinnest layers of atoms to the distance between satellites, several million of km apart.

These lectures are intended to present the students a series of topics regarding the several techniques in optical metrology: from analogue optics to digital optics.

Students are supposed to understand the current and future implementations of these techniques as well as the specifics of their implementation, both in the field of optics and the associated physical phenomena.

Students should also become familiar with the modeling of the sensors that implement such techniques.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Técnicas coerentes e incoerentes;

2. Processamento de sinal em Fotónica (1D/2D)

3. Instrumentação metrológica para micro e nano-metrologia

4. Instrumentação metrológica para grandes dimensões

6.2.1.5. Syllabus:

1. *Coherent and incoherent techniques;*
2. *Signal processing in Photonics (1D/2D)*
3. *Metrological instrumentation for micro and nano-metrology*
4. *Metrological instrumentation for large dimensional scales*

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

Na área da Engenharia Física, é fundamental dar uma visão global dos fenómenos físicos associados à radiação luminosa e à sua interação com os materiais, descrevendo as características da radiação e como ela modifica ou pode ser modificada pelo meio em que se propaga. A capacidade que a radiação luminosa tem para veicular informação e energia é assim o tema estruturante que deve ser observado em toda a sua dimensão.

Neste contexto, a radiação luminosa pode ainda ser utilizada como meio de veicular informação, ou melhor, ser capaz de fornecer dados que permitam medir ou obter informações sobre o meio com a qual interage, através de actividades de metrologia e de processamento de sinal e imagem para caracterização do meio envolvente. As mais recentes evoluções no domínio da óptica e da fotónica tem relevado uma crescente importância destes sistemas em processos metrológicos com níveis de incerteza, alcance e domínios de aplicação não acessíveis a outras técnicas.

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

The manipulation of light and its interaction with the medium, including semiconductors, as well as the growing connection between optical and electronic processes, can be addressed both as a local phenomenon, associated to the study of new materials and processes at scales of fractions of the wavelength or through a more systemic approach, at a the macroscopic scale.

In Physical Engineering, we need to provide an overview of the physical phenomena associated with light radiation and its interaction with materials describing the characteristics of radiation and how it may change or be changed by the environment in which it propagates.

In such context, optical radiation may also be used as a means of conveying information, or better, be able to provide data to measure or obtain information about the media with which it interacts by metrology and signal / image processing to collect information to characterize the environment

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

Sessões teóricas, tutoriais ou de grupo, com acompanhamento individualizado por aluno.

TEÓRICO-PRÁCTICA

NA

PRÁCTICA LABORATORIAL

Interação com protótipos laboratoriais existentes e modelação dos processos de medida correspondentes

AVALIAÇÃO

Apresentação e avaliação de monografia sobre tema à escolha e do trabalho laboratorial, incluindo o desenvolvimento de modelos numéricos representativos da técnica estudada.

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

Theoretical sessions, tutorial or group level, and individual orientation.

THEORY-PRACTICE

NA

LABORATORY PRACTICE

Operation with existing research prototypes and modeling of corresponding measurement process

EVALUATION

Evaluation of a work on a selected theme and of the lab report, including the development of numeric modeling if the studied technique.

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

A definição dos parâmetros directores para a aquisição dos conhecimentos requeridos será realizada através de sessões teóricas de grupo e de análise de literatura específica.

As especificidades e os interesses particulares de cada aluno, de acordo como seu plano de trabalhos, orientarão a escolha dos modelos, simulações e, sobretudo, de experiências a realizar.

Em particular, dar-se-á particular ênfase à relação entre especificações, parâmetros tecnológicos, parâmetros de engenharia e metodologias de tradeoffs.

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

The definition of the key parameters to acquire the knowledge required within the module will be conducted through the theoretical sessions.

The specific interests of each student and his work program will affect the selection of simulations and, in particular, of laboratorial experiments, in order to cope with an engineering approach.

In particular, special emphasis will be given to specification systems, technological parameters, engineering parameters and tradeoff methodologies.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Optical Metrology; Kjell J. Gasvik; John Wiley & Sons; ISBN 0-470-84300-4

Optical Interferometry; P. Hariharan; Academic Press; ISBN 0-12-311630-9

Handbook of Optical Metrology - Principles and Applications; Edited by Toru Yoshizawa; CRC Press; ISBN 978-0-8493-3760-4

Mapa X - Microeletrónica / Microelectronics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Microeletrónica / Microelectronics

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

Guimar Gaspar de Andrade Evans (28h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Introduzir as tecnologias de fabrico de circuitos integrados e estudar, a nível avançado, alguns blocos electrónicos e os problemas associados à sua implementação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To introduce technologies for manufacturing integrated circuits and study, at an advanced level, several electronic blocks and issues related to its implementation.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Tecnologias de Fabrico de Circuitos Integrados*
- 2. Circuitos Avançados*
- 3. Projeto de Circuitos Analógicos e Digitais*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Manufacturing Technologies for Integrated Circuits*

2. *Advanced Circuits*

3. *Design of Analog and Digital Circuits*

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

São inexistentes os domínios de acção do Engenheiro Físico que não inclua o desenvolvimento, adaptação ou utilização adequada de instrumentos (sensores, electrónica e processamento) em sistemas de medida, de processamento ou de controlo complexos.

Na área genérica da Instrumentação, este programa doutoral pretende-se dotar os alunos de noções avançadas de matérias essenciais à Instrumentação, concretamente o estudo detalhado de alguns blocos electrónicos e os problemas associados à sua implementação em circuito integrado.

Em função da formação anterior e do plano de trabalhos individual, cada estudante será orientado para aspectos específicos para consolidar ou obter, a um nível avançado, os conhecimentos obtidos em ciclos precedentes.

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

The practical activity of the Physical Engineer always includes the development, adaptation or utilization of instruments (sensors, electronics and processing) in measurement, processing or control complex systems.

The objective of this PhD program in the general area of Instrumentation is to provide to the PhD candidates the advanced concepts of topics essential to Instrumentation, particularly some electronic blocks and issues related to its implementation in integrated circuit.

Depending on previous training and individual work plan, each student will be guided to acquire or improve his knowledge in specific subjects to consolidate, to an advanced level, the knowledge obtained in previous cycles.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas ou teórico/práticas

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and theoretical/practical sessions.

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

As metodologias de ensino e de avaliação propostas estão adaptadas à maturidade cultural e intelectual esperada para os candidatos a Doutores, e foram definidas em sintonia com os objectivos da disciplina, que consistem em fornecer-lhes conhecimentos essenciais para a área da Instrumentação.

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

The envisaged teaching and assessment methodologies are well adapted to the cultural and intellectual maturity expected from PhD candidates, and were defined in order to provide them with essential knowledge in the area of Instrumentation.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Johns, Martin, "Analog Integrated Circuit Design", Wiley, 1997.

Gray, Hurst, Lewis and Meyer, "Analysis and Design of Analog Integrated Circuits", 4th Edition, Wiley, 2001.

Tsividis, "Operations and Modeling of the MOS Transistor", 2nd Edition, Oxford University Press, 1999.

Mapa X - Processamento Digital de Imagem Avançado / Advanced Digital Image Processing

6.2.1.1. Unidade curricular:

Processamento Digital de Imagem Avançado / Advanced Digital Image Processing

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

Maria da Conceição Machado Sangreman Proença (7h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

João Carlos de Brito Dinis (21h)

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

A – Familiarizar os alunos com os tipos de imagens digitais e especificidades que decorrem dos sistemas que as geram;

B – Sensibilizar os alunos para as razões da perda de informação, da realidade para a imagem, e para as formas de recuperar a informação espacial;

C – Habituá-los os alunos a configurar um projecto de análise de imagens que responda a uma necessidade concreta, e a utilizar os recursos disponíveis.

D – Fazer os alunos contactar com, pelo menos, um ambiente integrado de processamento de imagens.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

A – Students should be acquainted with the variety of digital images and their specificities which are derived from the generating instruments;

B – Students should be aware of the reasons that lead to information degradation (from the world to the image) and to the possibilities of information retrieval;

C – Help students to design a project of image processing to cope with specific user needs, while using all the available resources;

D – Facilitate the acquaintance with at least one integrated image processing environment.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Tipos de sensores e amostragem*
- 2. Ruído e pré-processamento*
- 3. Segmentação e filtros espaciais*
- 4. Interpolação e operações geométricas*
- 5. Operações morfológicas*
- 6. Operações lógicas, pixel ou região*
- 7. Classificação*
- 8. Princípios de geometria computacional*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Sensors and sampling*
- 2. Noise and pre-processing*
- 3. Segmentation and spatial filters*
- 4. Interpolation and geometric processing*
- 5. Image morphology*
- 6. Logical operations, pixel and region scales*
- 7. Classification*
- 8. Principles of computational geometry*

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

Os quatro objectivos são todos eles transversais a qualquer dos principais 8 tópicos apresentados.

Em actividades de Engenharia Física, são inúmeros os sistemas de medida que geram imagens (2D, multi-espectral, multi-temporal). Esta UC deve ajudar os alunos a planear e implementar uma cadeia de acções de processamento de imagem com objectivos pré-definidos, incluindo a escolha da fonte de imagens mais adequada, e assegurar a sua implementação.

Em particular, dar-se-á ênfase à relação entre especificações, parâmetros tecnológicos, parâmetros de engenharia e metodologias de trade-offs.

A passagem da teoria à experiência proporcionará aos alunos as ferramentas básicas para aplicar na realização de quaisquer outros objectivos de processamento digital de imagem.

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

All the four objectives are transverse to each of the 8 main topics above.

In Physical Engineering, many measurement systems generate images (2D, multi-spectral, multi-temporal). The program will allow students planning and implementing an image processing chain with specific purposes, including the choice of the most suitable image source and the achievement of the implementation.

In particular, emphasis will be given to the relationship between specifications, technical parameters, engineering parameters and trade-offs.

The transition from theory to experience will provide students with the basic tools to apply in carrying out any other digital image processing objectives.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Sessões teóricas de grupo / tutoriais, com acompanhamento individualizado por aluno.

TEÓRICO-PRÁCTICA

Realização de um projecto em Matlab, com base em imagens reais.

PRÁCTICA LABORATORIAL

NA

AVALIAÇÃO

Apresentação e discussão do projecto: funções arquitectura, funções implementadas, resultados.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL

Theoretical group / tutorial sessions and individual orientation.

THEORY-PRACTICE

Implementation of an image processing project in Matlab, fed by real imagery.

LABORATORY PRACTICE

NA

EVALUATION

Presentation and discussion of the project: architecture, implemented functions and results.

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

Nenhum projecto de processamento de imagens deve ser realizado minimizando a importância das percas de informação inerentes a qualquer modelo de formação de imagens.

Quando tal acontece imagens deixam de ser instrumentos de metrologia para passarem a ser objectos meramente visuais, sem relevância operacional.

Esta filosofia deve constituir o drive mais importante para a condução pedagógica desta disciplina.

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

No image processing project should ever minimize the understanding of the causes for image degradation, inevitable in any imaging chain.

Otherwise, images are purely visual objects, without operational usage, instead of being metrological tools from which validated information may be recovered.

This should be the most important pedagogical drive for the interaction between the professor and the student.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Pratt, William K., "Digital Image Processing", J. Wiley & Sons, NY, 1991

Gonzalez, Rafael, Richard Woods and Steven Eddins, "Digital Image Processing Using Matlab", Prentice-Hall, 2003

Goodman J E, O'Rourke, "Handbook of Discrete and Computational Geometry", CRC Press, 1997

Bibliografia específica a fornecer aos alunos de acordo com o projecto.

Mapa X - Propagação de Feixes /Light Beam Propagation**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Propagação de Feixes /Light Beam Propagation

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

José Manuel de Nunes Vicente e Rebordão (7h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

João Miguel Pinto Coelho (10,5h)

Manuel Adler Sanchez de Abreu (10,5h)

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

A - Conhecer os principais conceitos associados à propagação de feixes luminosos na perspectiva da sua propagação em meios micro-estruturados, dinâmicos e túrbidos.

B – Compreensão do desenho e/ou especificação de sistemas baseados em metamateriais ou cristais fotónicos, em áreas de aplicação diversas de processamento óptico, sensores, etc.

C – Conhecer as tecnologias relevantes para a compensação dos efeitos da propagação da luz nestes meios (ópticas activas e adaptativas).

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

A – Understand the main concepts associated to the propagation of light beams in micro-structured, turbid and dynamic media.

B – Understand the design and specifications of systems comprising metamaterial devices or photonic crystals, in several areas of application (optical processing, sensing, etc.

C - The theory and technology supporting the compensation of the propagation effects (active and adaptive optics).

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Meios ópticos

2. Óptica estatística

3. Opcionais / a escolher 2:

- Propagação na atmosfera

- Propagação em meios túrbidos

- Metamateriais

- Cristais fotónicos

4. Óptica adaptativa

6.2.1.5. Syllabus:

1. Optical media

2. Statistical optics

3. Optional / to select 2:

- Propagation in the atmosphere

- Propagation in turbid media

- *Metamaterials*
- *Photonic crystals*
- 4. *Adaptive optics*

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

Objectivo A – Compreensão dos fenómenos associados à interacção da radiação com os materiais, e meios de propagação, analisando as alterações das suas propriedades com a propagação, e o impacto na capacidade de transmitir informação e energia.

Objectivo B - Estes materiais surgiram ou tornaram-se operacionais nos últimos 10 anos, e contém em si um potencial gigantesco para implementações distintas de funções ópticas (em condições de desempenho ou de miniaturização mais favoráveis) e também para a invenção de novas funções ópticas.

Objectivo C – A abordagem de sistema carece, de um módulo relativo a tecnologias que permitam mitigar problemas de propagação.

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

A – Understanding of the phenomena related to the interaction between radiation and matter (and propagation media), analyzing how its properties are modified, in the context of energy and information transmission.

B - These new families of materials became operational in the last 10 years or so and have a tremendous potential for new implementations of optical functions (with higher performance and small volume and miniaturization) or for the invention of new optical functions.

C – Systems approach therefore require a module focusing on the technologies able to compensate propagation degradation of information and energy.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Sessões teóricas tutoriais / grupo, com acompanhamento individualizado por aluno.

TEÓRICO-PRÁCTICA

Não Aplicável

PRÁCTICA LABORATORIAL

Realização de uma experiência laboratorial e da modelação numérica correspondente, com apresentação e avaliação do relatório

AVALIAÇÃO

*Pequena monografia ou resolução de um problema concreto
Relatório laboratorial e de modelação*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL

Tutorial sessions, at group level whenever possible and individual orientation.

THEORY-PRACTICE

Not Applicable

LABORATORY PRACTICE

Project and implementation of a laboratorial experiment as well as its numerical simulation, and evaluation of the corresponding report

EVALUATION

*Small monography or problem solving report
Laboratorial and modelling report*

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

A definição dos parâmetros directores para a aquisição dos conhecimentos requeridos será realizada através de sessões teóricas tutoriais e de análise de literatura específica.

As especificidades e os interesses particulares de cada aluno, de acordo como seu plano de trabalhos, orientarão a escolha dos modelos, simulações e, sobretudo, de experiências a realizar.

Em particular, dar-se-á particular ênfase à relação entre especificações, parâmetros tecnológicos, parâmetros de engenharia e metodologias de tradeoffs.

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

The definition of the key parameters to acquire the knowledge required within the module will be conducted through the tutorial theoretical sessions.

The specific interests of each student and his work program will affect the selection of simulations and, in particular, of laboratorial experiments, in order to cope with an engineering approach.

In particular, special emphasis will be given to specification systems, technological parameters, engineering parameters and tradeoff methodologies.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Statistical Optics, Goodman, Wiley (2nd edition), 2015.

- Optical Propagation in Linear Media: Atmospheric Gases and Particles, Solid-State Components, and Water (Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory Series in Science & Engineering), Michael E. Thomas, Oxford University Press, USA, ISBN-10 / ASIN: 0195091612, 2006.

- Light Propagation Through Biological Tissue and Other Diffusive Media: Theory, Solutions, and Software (SPIE Press Monograph Vol. PM193), Fabrizio Martelli, Samuele Del Bianco, Andrea Ismaelli, Giovanni Zaccanti, SPIE Publications, ISBN-10 / ASIN: 0819476587, 2009.

- Photonic Crystals: Molding the Flow of Light, Second Edition, John D. Joannopoulos, Steven G. Johnson, Joshua N. Winn, Robert D. Meade, Princeton University Press, ISBN: 0691124566

- Theory and phenomena of metamaterials; Filippo Capolino; CRC Press; ISBN 978-1-4200-5425-5

Mapa X - Propriedades de Transporte Elétrico / Electrical Transport Properties

6.2.1.1. Unidade curricular:

Propriedades de Transporte Elétrico / Electrical Transport Properties

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

Maria Margarida Colen Martins da Cruz (7h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Guiomar Gaspar de Andrade Evans (10,5h)

António Manuel Carreiras Casaca (10,5h)

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

Apresentar os modelos mais utilizados para a descrição dos mecanismos de transporte electrónico.

Treinar os estudantes na interpretação e discussão do transporte eléctrico e magnetoresistivo em sistemas macroscópicos e nano-estruturados.

Familiarizar os estudantes com as técnicas e medidas experimentais para estudo do transporte eléctrico.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Put forward the most used physical models for the description of electronic transport.

To train the students in the interpretation and discussion of electric and magneto-resistive transport behavior in bulk and nanostructured systems.

To train the students in the manipulation of experimental techniques allowing electronic transport characterization.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Condutividade eléctrica de sólidos cristalinos: metais e semicondutores*
2. *Transporte em estruturas desordenadas*
3. *Transporte em nanoestruturas*
4. *Magneto-transporte*

6.2.1.5. Syllabus:

1. *Electrical conductivity of crystalline metals and semiconductors.*
2. *Transport in disordered structures*
3. *Charge transport in nanostructures.*
4. *Magneto-transport*

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

São abordadas as questões essenciais para a compreensão da temática proposta, com a sequência e profundidade necessárias para uma aquisição de competências no domínio das propriedades de transporte eléctrico e para uma iniciação à investigação científica neste domínio.

O transporte em sólidos cristalinos é a base dos modelos mais usuais para a descrição do transporte electrónico. Será desenvolvido e tomado como ponto de partida para passar ao caso de sistemas desordenados e sistemas com confinamento. Será também discutida a influência de um campo magnético aplicado no transporte e caracterizado o comportamento magnetoresistivo.

Do ponto de vista experimental, serão exploradas algumas técnicas de medidas de transporte e a utilização do equipamento para obtenção de resultados será demonstrada, em conjunto com ideias gerais da sua aplicação na ciência e na indústria. Será incluída a apresentação de erros experimentais e instrumentais mais comuns.

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

The key issues for the understanding of the proposed themes are outlined with the sequence and depth needed for an acquisition of skills in electrical transport and magneto-transport measurements in bulk or nanostructured materials, and for an efficient introduction to scientific research.

Transport in crystalline structures is the starting point for most of the usual models of electronic transport in materials. This will be summarized and discussed as the basis for the study of disordered and confined systems.. The influence of a magnetic field and the consequences for electronic transport are then explored.

The experimental work will allow the students to access the experimental equipment and techniques. Its use will be demonstrated by obtaining experimental results in particular systems and general ideas of the possible applications in science and industry will be given. The most common experimental mistakes will be presented.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas presenciais teóricas de exposição para apresentação dos modelos teóricos e discussão dos mecanismos físicos relacionados. Estas aulas incluirão também a apresentação das técnicas experimentais mais usuais.

Aulas presenciais laboratoriais para estudo experimental de um ou mais sistemas reais.

A avaliação incluirá a apresentação de um trabalho escrito sobre um tema teórico, seleccionado de entre os assuntos leccionados, e a apresentação e discussão, oral e escrita, dos resultados experimentais obtidos nos trabalhos laboratoriais.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures for the introduction to theoretical models and involved physical mechanisms

Laboratory classes for experimental study of real systems

Evaluation will include one theoretical written work about one of the presented models and the experimental work done in the laboratory classes with the presentation and discussion of the obtained experimental results.

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

As aulas teóricas são aulas de exposição sobre os temas propostos onde são apresentados os conceitos, os modelos existentes e os desenvolvimentos recentes na área em estudo, discutidos exercícios e realizada a análise de artigos, sob proposta do(s) docente(s) envolvidos.

Sendo uma unidade de carácter experimental, o ensino é centrado na utilização das técnicas disponíveis e no treino relativamente à sua aplicação a casos concretos que cobrem os principais tipos de sistemas, nano-estruturados ou não.

Este treino é concretizado nas aulas práticas de laboratório onde os estudantes são confrontados com a realidade das experiências e os fundamentos físicos que as suportam, o que lhes permite complementar e consolidar os conceitos adquiridos, e ganhar competências na compreensão e utilização de equipamento sofisticado, na preparação de experiências específicas para aquisição da informação pretendida sobre os sistemas a estudar, no controlo das experiências e dos erros associados e ainda na análise e interpretação dos dados obtidos com base nos modelos existentes.

O conjunto das metodologias de ensino e de avaliação permite a consolidação dos conhecimentos adquiridos, tanto teóricos como práticos, ao mesmo tempo que introduz os estudantes ao trabalho de investigação científica.

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

In theoretical classes, the different issues will be explained, namely the basic concepts, models and recent development in the domain, followed by the discussion of exercises and scientific articles proposed by the teachers.

As the unit has a practical nature, the teaching is also focused in the foundations and description of the experimental techniques and on the specific training in their application to some case studies representative of materials, both bulk and nanostructured.

This training is explored in the laboratory classes where the students, facing the real experiments, can check the physical concepts and gain skills on the understanding and utilisation of sophisticated equipment for transport and magneto-transport measurements, on the control of experiments and associated errors as well as on the analysis and interpretation of data.

The ensemble of the teaching methodologies and evaluation procedures allows the consolidation of the theoretical and practical knowledge acquired. Laboratory experiments will be carried out using equipment available for regular research activity. This will give the students an opportunity to get on site experience with the experimental techniques in a research scientific environment

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

U. Mizutani, Introduction to the electron theory of metals, Cambridge Univ. Press 2004

P.B. Allen, Electron transport, Chapter 6 in "Conceptual foundations of materials", Eds S.G. Louie and M.L. Cohen, series Contemporary Concepts of Condensed Matter Science, Elsevier 2006

Mapa X - Reações Nucleares/Nuclear Reactions**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Reações Nucleares/Nuclear Reactions

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

Daniel Galaviz Redondo (28h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Proporcionar uma descrição geral das reações nucleares, a qual deverá servir como base para compreender melhor o seu uso em vários tópicos da física aplicada como são a produção de energia, a criação de isótopos

radioativos, ciências da saúde ou ciências dos materiais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide a general overview of nuclear reactions, which should serve as a basis to better understand their use in various applied physics fields like energy production, radioactive isotope production, health and material science.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução às reações nucleares e leis de conservação*
- 2. Dispersão, dispersão coulombiana e secção eficaz de reação*
- 3. Tipos de reações nucleares*
- 4. Aplicação das reações nucleares*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Introduction to nuclear reactions and conservation laws*
- 2. Scattering, Coulomb scattering and reaction cross section*
- 3. Types of nuclear reactions*
- 4. Applications of nuclear reactions*

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

O curso pretende proporcionar uma base sólida no conhecimento e compreensão das reações nucleares, aspeto coberto na primeira metade do curso.

A descrição detalhada dos tipos de reações nucleares e a sua ligação aos vários campos da física aplicada será realizada durante a segunda metade da disciplina.

A combinação de ambos os módulos deverá proporcionar aos estudantes a base sólida para compreender e expandir o uso de reações nucleares em física aplicada.

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

The course aims at providing a solid basis of the knowledge and understanding of nuclear reactions, which is done during the first half of the course.

The detailed description of the kinds of nuclear reactions and their connection to the various fields of applied physics is done during the second half of the course.

The combination of both modules should provide the students the solid basis to understand and expand the use of nuclear reactions in applied physics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Aulas teóricas nas quais serão apresentados os vários conceitos e exemplos de sua aplicação

TEÓRICO-PRÁTICA

Resolução de problemas. Trabalho computacional utilizando códigos especificamente desenvolvidos para a aplicação de reações nucleares.

PRÁTICA LABORATORIAL

NA

AVALIAÇÃO

Entrega regular dos exercícios propostos e apresentação e discussão de um trabalho escrito final.

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

Theoretical lectures in which the various concepts and examples will be presented.

THEORY-PRACTICE

Resolution of problems. Work using computer codes for specific nuclear reaction applications.

LABORATORY PRACTICE

NA

EVALUATION

Regular presentation of proposed exercises and the presentation and discussion of a final written work.

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

Para atingir os objetivos estabelecidos, a introdução dos conceitos necessários durante as aulas teóricas, complementados com os problemas propostos, será requerida para construir os fundamentos no conhecimento das reações nucleares.

A apresentação e uso de códigos de computação para o uso aplicado de reações nucleares em fortalece esta ligação à física aplicada

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

To achieve the stated objectives, the introduction of the necessary concepts during the theoretical lectures complemented with the proposed problems is needed construct the indicated basis in the knowledge of nuclear reactions.

The introduction of computer codes developed for the use of nuclear reactions in applications reinforces its connection to applied physics.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Nuclear Reactions, G. R. Satchler, 1990

Introductory Nuclear Physics, K. S. Krane, 1988

Mapa X - Ruído em Sistemas Eletrónicos / Noise in Electronic Systems**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Ruído em Sistemas Eletrónicos / Noise in Electronic Systems

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

Guimar Gaspar de Andrade Evans (28h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Apresentar um conjunto de técnicas de análise de ruído, e de síntese de circuitos e sistemas electrónicos tolerantes a ruído ou em que o efeito deste seja minimizado.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To present a set of techniques for noise analysis and synthesis of circuits and electronic systems tolerant to noise or where noise effects are minimized

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Ruído Intrínseco e de Interferência*
- 2. Análise de Circuitos com Fontes de Ruído*
- 3. Técnicas Práticas de Mitigação de Ruído*

4. Medidas de Ruído e Instrumentação

6.2.1.5. Syllabus:

1. *Inherent and Interference Noise*
2. *Analysis of Circuits with Noise Sources*
3. *Techniques For Noise Mitigation*
4. *Noise measurements and instrumentation*

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

São inexistentes os domínios de acção do Engenheiro Físico que não incluam o desenvolvimento, adaptação ou utilização adequada de instrumentos (sensores, electrónica e processamento) em sistemas de medida, de processamento ou de controlo complexos.

Na área genérica da Instrumentação, este programa doutoral pretende-se dotar os alunos de noções avançadas de matérias essenciais à Instrumentação, concretamente a análise e a mitigação do ruído em circuitos electrónicos.

Em função da formação anterior e do plano de trabalhos individual, cada estudante será orientado para aspectos específicos para consolidar ou obter, a um nível avançado, os conhecimentos obtidos em ciclos precedentes.

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

The practical activity of the Physical Engineer always includes the development, adaptation or utilization of instruments (sensors, electronics and processing) in measurement, processing or control complex systems.

The objective of this PhD program in the general area of Instrumentation is to provide to the PhD candidates the advanced concepts of topics essential to Instrumentation, particularly the study and mitigation of noise in electronic circuits.

Depending on previous training and individual work plan, each student will be guided to acquire or improve his knowledge in specific subjects to consolidate, to an advanced level, the knowledge obtained in previous cycles.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas ou teórico/práticas e realização de um projecto.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and theoretical/practical sessions, and implementation of a project.

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

As metodologias de ensino e de avaliação propostas estão adaptadas à maturidade cultural e intelectual esperada para os candidatos a Doutores, e foram definidas em sintonia com os objectivos da disciplina, que consistem em fornecer-lhes conhecimentos essenciais para a área da Instrumentação.

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

The envisaged teaching and assessment methodologies are well adapted to the cultural and intellectual maturity expected from prospective PhD students, and were defined in order to provide them with essential knowledge in the area of Instrumentation.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

H. Ott, "Noise Reduction Techniques in Electronic Systems", Wiley, 1976.

C. Motchenbacher, F. Fitchen, "Low Noise Electronic Design", Wiley, 1973.

H. Johnson, M. Graham, "High-Speed Digital Design, a Handbook of Black Magic", Prentice-Hall, 1993

Mapa X - Simulação de Monte Carlo / Monte Carlo Simulation**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Simulação de Monte Carlo / Monte Carlo Simulation

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

Luis Filipe dos Santos Garcia Peralta (7h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Jorge Miguel de Brito Almeida Sampaio (10,5h)

Daniel Galaviz Redondo (10,5h)

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

A - Obtenção de conhecimentos sobre as técnicas de simulação de detectores de radiação e de transporte de partículas.

B - Aquisição da capacidade de construir uma aplicação para a simulação de um detector.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

A - To gain solid knowledge on the techniques used in the simulation of radiation detectors and particle transport.

B - To gain the ability to build an application for the simulation of a detector.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Metodologia da simulação Monte Carlo.*
- 2. Transporte de fótons e partículas com carga.*
- 3. Calorimetria.*
- 4. Dosimetria avançada.*
- 5. Programas Monte Carlo de transporte de radiação.*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. General Monte Carlo theory.*
- 2. Transport of electrons, photons and hadrons.*
- 3. Calorimeters.*
- 4. Advanced dosimetry.*
- 5. Monte Carlo programs for radiation transport.*

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

Para atingir o objectivo A, é necessária ser apresentada a teoria da simulação Monte Carlo nos seus aspectos gerais e nos seus conceitos fundamentais. Seguidamente são apresentados os conceitos envolvidos nas técnicas de transporte de radiação, abordando os casos de fótons, electrões e de partículas mais pesadas.

Para atingir o objectivo B, é necessário fornecer o panorama actual sobre a utilização avançada e sobre o projecto e construção de detectores de radiação e de partículas. Os conteúdos incidem nas diversas classes de detectores, abordando de uma forma explícita os métodos mais usados na sua construção e simulação.

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

To achieve goal A, it is required to be presented the theory of Monte Carlo simulation in its general aspects and its fundamental concepts. Then, concepts involved in radiation transport techniques are presented, addressing the cases of photons, electrons and heavier particles.

To achieve goal B, a current overview of the advanced use, design and construction of radiation detectors and particles is provided. The contents focus on various detector types, addressing the most used methods in its construction and simulation.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Aulas teóricas ou estudo tutorial

TEÓRICO-PRÁTICA

Programação de uma aplicação para a simulação de um detector.

AVALIAÇÃO

Apresentação e discussão de um trabalho final escrito.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL

Lectures or tutorial guidance

THEORY-PRACTICE

Programming an application for the simulation of a detector.

EVALUATION

Presentation and discussion of a final written work.

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

As aulas teóricas serão aulas de exposição sobre os temas propostos onde são apresentados os conceitos, os modelos existentes e os desenvolvimentos recentes, discutidos exercícios e análises de artigos realizados individualmente pelos estudantes, sob proposta do(s) docente(s) envolvido(s).

Estas aulas são complementadas com aulas teórico-práticas onde os estudantes são confrontados com exemplos de detectores, o que lhes permite complementar e consolidar os conceitos adquiridos.

No presente estado da arte, as técnicas de simulação computacional ocupam um papel privilegiado quer na concepção dos detectores quer no seu posterior teste e análise de resultados.

Assim a análise de um detector real, quer se encontre já construído ou na fase de protótipo a sua simulação Monte Carlo irão permitir a compreensão aprofundada do seu funcionamento.

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

In the theoretical sessions, the concepts, models and state-of-the-art developments will be discussed with the students, as well as problems and papers analysed or written by students under supervision of the teachers involved.

These classes are complemented with practical classes where students are confronted with examples of detectors, allowing them to complement and consolidate the acquired concepts.

In the present state of the art, computer simulation techniques play a special role both in the design of detectors and in its subsequent testing and data analysis.

Thus the analysis of a real detector, whether it is already built or in the prototype phase its Monte Carlo simulation will allow deeper understanding of its operation.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Exploring Monte Carlo Methods, William L. Dunn, J. Kenneth Shultis, 2012

Handbook of Monte Carlo Methods, D. P. Kroese, T. Taimre, Z. I. Botev, 2011

Monte Carlo Methods, M. H. Kalos and P. A. Whitlock; 2004

Geant4 manual; PENELOPE manual; FLUKA manual

Mapa X - Sistemas no Infravermelho / Infrared Systems

6.2.1.1. Unidade curricular:

Sistemas no Infravermelho / Infrared Systems

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

António Joaquim Rosa Amorim Barbosa (7h) - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Paulo Romeu Seabra Gordo (21h)

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

Sistemas imagem no infravermelho: especificações e tolerâncias

Conhecimento das técnicas de vácuo e criogenia utilizadas para instrumentos de observação no infravermelho.

Conhecimento de exemplos típicos de óptica ativa e adaptativa incluindo sensores de frente de onda, espelhos deformáveis e atuadores piezoelétricos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Infrared imaging: specifications and tolerances

The student will understand the basic techniques of vacuum and cryogenics used in infrared instruments.

The student will understand in-depth some examples of active and adaptive optics, including wave-front sensors, deformable mirrors and piezoelectric actuators.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Revisão dos princípios do desenho de sistemas mecânicos para instrumentos ópticos, incluindo o desenho de sistemas criogénicos.

Análise do desajuste de escalas entre a alta precisão mecânica e óptica.

Análise térmica e de deformações dos sistemas mecânicos e criogénicos.

Técnicas básicas de fabrico mecânico e óptico.

Métodos interferométricos de medida e alinhamento.

6.2.1.5. Syllabus:

Overview of the principles of mechanical design for optical systems, including its response under cryogenic conditions.

Analysis of potential mismatches between high precision in optics and mechanics.

Strain and thermal analyses of mechanical and cryogenic systems.

Basic mechanical and optical fabrication techniques.

Interferometric methods for measurement and alignment.

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

O desenvolvimento de instrumentação (simulação, projecto, construção e teste) constitui a actividade normal do Engenheiro Físico. Na FCUL e neste 3º ciclo em particular, a instrumentação óptica para espaço e astrofísica constitui um dos elementos de maior relevância, dado o envolvimento muito forte das suas unidades nos programas da ESA e do ESO, com intervenção directa em inúmeros aspectos relativos a sistemas de observação, desde o hardware à modelação e simulação sistemática do instrumento.

Esta UC, para além de complementar os conhecimentos de óptica já adquiridos pelos alunos, incidirá também sobre os aspectos mecânicos e estruturais, em particular os associados à sua resposta térmica – que pode ter grandes amplitudes em condições criogénicas ou no espaço - e a técnicas de controlo e compensação dinâmicas que podem mitigar a amplitude de tais efeitos, ou mesmo anulá-los, deste modo viabilizando o cumprimento das especificações científicas a que o instrumentos deve satisfazer.

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

Developing instruments (design, simulation, manufacturing and testing) is a normal activity for a Physical Engineer. At FCUL, and in the context of this PhD program, optical instrumentation for space and astrophysics is one the major objectives and topic of action of its research units, strongly active in ESA and ESO programs related to optical instrumentation, from hardware to modeling and in-depth simulation to validate specifications and technological options.

The subject will extend the previous knowledge in optics of the students and focus also on the mechanical and structural aspects of optical IR instruments, in particular those associated to their thermal response – which can vary widely under cryogenic conditions or in space - and to dynamical techniques to control or mitigate a wide range of effects, therefore enabling the instrument to comply with technological specifications derived from scientific requirements.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Acompanhamento tutorial ou aulas formais de síntese e realização de trabalhos de pesquisa pelos alunos.

Avaliação por relatórios escritos e apresentação oral.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Tutorial interaction with students or formal lectures. Research projects to be made by students.

Written reports to be assessed and orally presented for the final evaluation of the students' performances.

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

Esta UC estabelece um complemento avançado que potencia não só as competências previamente adquiridas pelos alunos mas também a experiência de participação de equipas de investigação da FCUL em grandes projectos internacionais de instrumentação em ótica, opto-mecânica, tanto no visível como no infravermelho.

O ensino dará ênfase à preparação dos alunos para a actividade de investigação através da elaboração de trabalhos orientados para a pesquisa onde são estimuladas a criatividade e a capacidade de trabalho autónoma dos alunos.

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

This advanced subject complements the previously established student expertise. It profits from the important knowledge available within the research teams at FCUL that are involved in large international projects of optical, electromechanical both for visible and infrared instrumentation.

The teaching methodology sets the emphasis in engaging the students in research work stimulating both the creativity and the ability to carry out work in an autonomous way.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Astronomical Optics and Elasticity Theory - Active Optics Methods - Gerard Rene Lemaitre, Springer

Adaptive Optics Engineering Handbook, Brian J. Thompson, Marcel Dekker Inc., 2000

Building Scientific Apparatus, John H. Moore et. Al., Cambridge University Press, 2009

Field Guide to Optical Fabrication, Ray Williamson, SPIE Field Guides Vol. FG20, SPIE Press, 2011

Mapa X - Técnicas e Aplicações Nucleares com Neutrões / Nuclear Techniques and Applications with Neutrons**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Técnicas e Aplicações Nucleares com Neutrões / Nuclear Techniques and Applications with Neutrons

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

Daniel Galaviz Redondo - 84h - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

A - Técnicas nucleares baseadas em interacções hiperfinas, aplicadas na caracterização de materiais avançados.

B - Técnicas nucleares baseadas no uso de neutrões para imagiologia e determinação de composição.

C - Tecnologia e instrumentação de reactores de cisão.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

A – Hyperfine interaction nuclear techniques applied to the characterization of advanced materials.

B - Nuclear techniques based on the use of neutrons for imaging and composition determination.

C - Technology and instrumentation of fission reactors.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Interacções hiperfinas

2. Técnicas com neutrões

3. Reactores de cisão

6.2.1.5. Syllabus:

1. Hyperfine interactions

2. Neutron techniques

3. Fission reactors

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

As técnicas nucleares desempenham um papel importante no desenvolvimento e operação de grandes infra-estruturas científicas e operacionais, bem como no desenvolvimento e caracterização de novos materiais, proporcionando sondas (de iões, neutrões ou núcleos) muito sensíveis aos estados da matéria.

A instrumentação, tecnologia e engenharia nucleares, constituem ainda objecto da acção da indústria, infra-estruturas nacionais e internacionais (aceleradores) ligadas à ciência ou à energia (reactores de cisão).

No contexto geral dos novos materiais avançados - actividade de nicho mas extraordinariamente relevante para o Engenheiro Físico - este módulo contribui para o conhecimento de diferentes técnicas nucleares aplicadas à caracterização de materiais, preparando os estudantes para a caracterização de materiais, como actividade principal, ou como complemento do crescimento de materiais avançados

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

Nuclear techniques play an important role to develop and operate large operational and scientific infrastructures, as well as to develop and characterize new materials, by providing probes (ionic, neutronic, nuclear) extremely sensitive to the states of matter.

The instrumentation, technologies and engineering are quite specific, and are relevant for industry, national and international infrastructures (large accelerators) making science or providing energy (reactors based on nuclear fission).

In the general context of the new and advance materials – niche activity although a very noble activity for a Physical Engineer - this module contributes primarily to the students' knowledge of different nuclear physical techniques applied to materials characterization. It prepares students to work in the characterization of materials, either as a main activity or as a complement to the growth of advanced materials.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**TEÓRICA***Aulas teóricas***TEÓRICO-PRÁTICA**

NA

PRÁTICA LABORATORIAL*Práticas laboratoriais (parcialmente no Reator Português de Investigação, CTN/IST)***AVALIAÇÃO***Apresentação e discussão de um trabalho final para avaliação***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):****THEORETICAL***Theoretical lectures***THEORY-PRACTICE**

NA

LABORATORY PRACTICE*Laboratory practical work (partially at the Portuguese Research Reactor, CTN/IST)***EVALUATION***Presentation and discussion of a final work.***6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

As aulas teóricas serão aulas de exposição sobre o temas propostos onde são apresentados os conceitos, os modelos existentes e os desenvolvimentos recentes, discutidos exercícios e análises de artigos realizados individualmente pelos estudantes, sob proposta do(s) docente(s) envolvido(s).

Estas aulas são complementadas com aulas práticas de laboratório onde os estudantes são confrontados com a realidade das experiências e os fundamentos físicos que as suportam, o que lhes permite complementar e consolidar os conceitos adquiridos, e ganhar competências na compreensão e utilização de equipamento sofisticado, na preparação de experiências específicas para aquisição da informação pretendida sobre os sistemas a estudar, no controlo das experiências e dos erros associados, e ainda na análise e interpretação dos dados obtidos com base nos modelos existentes.

Uma parte das aulas práticas serão realizadas nos aceleradores e reator de cisão do Instituto Tecnológico e Nuclear, no âmbito de um protocolo com esta instituição.

O conjunto das metodologias de ensino e de avaliação permite a consolidação dos conhecimentos adquiridos, tanto teóricos com práticos, ao mesmo tempo que introduz os estudantes ao trabalho de investigação científica e à actividade operacional.

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

In the theoretical sessions, the concepts, models and state-of-the-art developments will be discussed with the students, as well as problems and papers analyzed or written by students under supervision of the teachers involved.

These sessions will be complemented by laboratorial classes, to correlate theory and experiment, and where students will actually manipulate equipments and sophisticated instruments, to prepare experiments to probe matter with nuclear techniques, to control systems and keep errors under control, and to analyze experimental data and derive information according to theoretical models.

Part of the practical sessions will be held at the accelerators and fission reactor of the Nuclear and Technological Institute, within a protocol with this institution.

This approach (covering the learning and the individual assessment phases) enables students to consolidate their theoretical and practical knowledge, and learn-by experience how to perform research and achieve operational results.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

G. Schatz, A. Weidinger, Nuclear Condensed Matter Physics, John Wiley, 1996 (ISBN 0-471-95479);

H.R. Verma, Atomic and Nuclear Analytical Methods, Springer, 2007 (ISBN 978-3-540-30277-3)

K. Kok (Ed.), Nuclear Engineering Handbook, CRC Press, 2009 (ISBN 978- 1420053906);

F. Johnson, Nuclear Reactor Controls and Instrumentation, Wexford College Press, 2008 (ISBN 978-1934939307).

Mapa X - Engenharia de Sistemas de Processamento Laser / Engineering of Laser Processing Systems**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Engenharia de Sistemas de Processamento Laser / Engineering of Laser Processing Systems

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

João Miguel Pinto Coelho - 0h

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

A – Identificar os principais componentes e sub-sistemas de um sistema de processamento laser e os parâmetros de engenharia associados. B - Definir os diferentes constrangimentos e requisitos operacionais que devem ser considerados no projeto e implementação de um sistema de processamento por laser. C – Identificar as principais fontes de risco num sistema de processamento laser e os procedimentos associados de engenharia de segurança laser. D – Autonomizar os alunos na procura e análise de informação actualizada em jornais científicos, bem como na escrita de artigos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

A - Identify the major components and subsystems of a laser processing system and related engineering parameters. B - Define the different constraints and operational requirements that must be considered in the design and implementation of a laser processing system. C - Identify the main sources of hazard in a laser processing system and the procedures associated to the laser safety engineering. D - Empowering students in the search and analysis of updated information in scientific journals, as well as in the writing of papers.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Tecnologia laser e engenharia de sistemas de processamento de materiais por laser. 2. Interfaces, sensores e variáveis ambientais. 3. Caracterização, alinhamento, tolerâncias e verificação de sistemas de processamento laser. 4. Engenharia de segurança laser.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Laser technology and systems engineering for laser processing of materials. 2. Interfaces, sensors and environmental variables. 3. Laser processing systems characterization, alignment, tolerancing, and verification. 4. Laser safety engineering.

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

Para atingir o objetivo A, é necessário o entendimento alargado da tecnologia laser, englobando ainda as formas de manipulação do feixe. O conjunto destes processos define o Sistema, tendo os alunos de entender as interligações associadas. Para atingir o objetivo B, é necessário conhecer as interfaces que compõem um sistema de processamento por laser, incluindo a instrumentação de monitorização, e como se relacionam com a vertente operacional. Este conhecimento é complementado com a análise prática do impacto dos graus de liberdade associados. Para atingir o objetivo C, é necessário compreender os perigos associados à radiação laser e o risco que advém da implementação das diferentes tecnologias associadas. Com efeito, diferentes sistemas têm riscos distintos consoante os dispositivos associados, mesmo para a mesma radiação laser. O objetivo D é um objetivo transversal que visa preparar os alunos para a importante tarefa de gestão da

*informação científica e sua divulgação***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

To achieve objective A, it is necessary the enlarged understanding of the laser technology including ways of beam's manipulation. These processes define the System, having the students to understand the related interconnections. To achieve objective B, it is necessary to know the interfaces that make a laser processing system, including the monitoring instrumentation, and how these relate to the operational side. This knowledge is complemented with practical analysis of impact of the associated degrees of freedom. To achieve objective C, it is necessary to understand the hazards associated with laser radiation and the risk from the implementation of different technologies associated. Indeed, different systems have different hazards depending on the associated devices, even for the same laser radiation. The objective D is a horizontal objective which aims to prepare students for the important task of management of scientific and technological information and its dissemination.

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

Serão essencialmente seguidos os livros de Crafer, Webb e Barat.

Para menos de 5 alunos, serão organizadas sessões tutoriais com acompanhamento individualizado, com leituras prévias dos alunos dos capítulos referenciados e com apresentações curtas.

PRÁCTICA LABORATORIAL

Realização de uma experiência laboratorial:

Montagem, alinhamento e caracterização de um sistema laser (laser didático de CO₂).

AVALIAÇÃO

Artigo de revisão do estado da arte relativo a um sistema de processamento por laser - 45%

Relatório da actividade laboratorial - 45%

Intervenção nas sessões teóricas - 10%

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

The books that will essentially be followed are those of Crafer, Webb and Barat.

For less than 5 students, tutorial sessions will be organized with individual follow-up, with previous readings of the students of the referenced chapters and short presentations.

LABORATORY PRACTICE

Conducting a laboratory experiment:

Setup, alignment and characterization of a laser system ("laser didático de CO₂")

EVALUATION

- Preparation of a state of the art review paper on a system of laser processing of materials – 45%

- Report on the laboratorial activity – 45%

- Intervention in the theoretical sessions – 10%

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

Para atingir os objetivos estabelecidos, é importante uma componente teórica que não só forneça aos alunos uma base de conhecimento da matéria (e atinjam os objetivos A a C) mas também que lhes dê experiência na pesquisa e análise da informação relevante sobre a matéria (objetivo D). A evolução contínua neste processo será avaliada com base nas intervenções feitas pelos alunos, não só com apresentações curtas sobre a matéria mas também sobre a análise que os mesmos fazem das feitas pelos colegas. No final da cadeira, o cumprimento dos objetivos (e em particular, de D) será avaliado com base num artigo de revisão do estado da arte relativo a um sistema específico de processamento de materiais por laser. Sendo uma componente importante, a prática laboratorial permitirá aos alunos aplicarem os conhecimentos adquiridos e alargá-los. Esta componente é fundamental para que os alunos atinjam o objetivo C. A avaliação desta componente será feita através de um relatório, o qual deverá englobar o que foi feito (e como), e a respetiva análise de resultados dentro dos objetivos a atingir.

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

To achieve the stated objectives, it is important to have a theoretical component that not only provide students with a strong foundation of knowledge on the subject (and allows achieving the objectives A to C) but also to

give them experience in searching and analysis of relevant information on the subject (objective D). The continuing evolution in this process will be evaluated based on the interventions made by the students, not only with short presentations on the subject but also on the analysis they do on those made by their colleagues. At the end of the unit, the achievement of the objectives (particularly D) will be evaluated based on a state of the art review paper on a specific system of laser processing of materials. Being an important component, the laboratory practice will allow students to apply the knowledge acquired and enlarge them. This component is fundamental for the students achieve the objective C. The evaluation of this component will be done through a report, which should encompass what has been done (and how), and the corresponding test results in the context of the initial objectives.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Laser Processing in Manufacturing, R.C. Crafer, P.J. Oakley Eds., Chapman & Hall Inc. 1993, New York, USA. ISBN: 0-412-41520-8 Barat k., Laser Safety Management, CRC Press, 2006. ISBN: 0-8247-2307-4 Alex Mallow & Leon Chabot, Laser Safety Handbook, van Nostrand Reinhold Company, 1978. ISBN: 0-442-25092-4. Handbook of Laser Technology and Applications, Colin E. Webb, Julian D. C. Jones, IoP – institute of Physics Publishing, London UK, 2004.

Mapa X - Processamento de Materiais por Laser / Laser Processing Materials

6.2.1.1. Unidade curricular:

Processamento de Materiais por Laser / Laser Processing Materials

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

João Miguel Pinto Coelho - 0h

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

A - Configurar fontes e feixes laser às necessidades de processamento de um material; B - Representar os fenómenos associados à interação da radiação laser com materiais; C - Identificar os graus de liberdade necessários em cada aplicação e a forma de os implementar. D – Autonomizar os alunos na procura e análise de informação actualizada em jornais científicos, bem como na escrita de artigos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

A - Configure sources and laser beams to the needs of processing material; B - To represent the phenomena associated with the interaction of laser radiation with materials; C - Identify the degrees of freedom necessary for each application and how to implement them. D - Empowering students in the search and analysis of updated information in scientific journals, as well as in the writing of papers.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Feixes laser: caracterização e formatação espacial e temporal. 2. Interação da radiação laser com os materiais: fenómenos ópticos, térmicos, mecânicos e químicos. 3. Processamento de materiais por laser e respetivos modelos. 4. Aplicações Laser em processos à escala micro e nano. 5. Segurança Laser

6.2.1.5. Syllabus:

1. Laser beams: spatial and temporal characterization and shaping. 2. Laser materials interaction: optical, thermal, mechanical and chemical phenomena. 3. Laser materials processing and modelling. 4. Laser Applications in micro and nano processes. 5. Laser Safety

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

Para atingir o objectivo A, é necessário compreender os conceitos associados à tecnologia laser e os parâmetros envolvidos na propagação e interação com os materiais. Estes, são fundamentais para entender a configuração dos dispositivos e a manipulação da radiação laser. Para atingir o objectivo B, é necessário conhecer os processos físicos envolvidos na interação da radiação laser com os materiais. Com efeito, os diferentes fenómenos são caracterizados por modelos físicos distintos, relevantes na simulação do processamento. Para atingir o objectivo C, deve-se adquirir conhecimento de como os modelos físicos da

interacção da radiação laser com a matéria são aplicados na modelação dos processos e de como os parâmetros associados se traduzem em graus de liberdade. O objectivo D é um objetivo transversal que visa preparar os alunos para a importante tarefa de gestão da informação científica e tecnológica e sua divulgação.

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

To achieve objective A, it is necessary to understand the concepts related with laser technology and the parameters involved in the propagation and interaction with the materials. The latter are fundamental for understanding the configuration of the devices and the manipulation of laser radiation. To achieve objective B, an understanding of the physical processes involved in the interaction of laser radiation with material is required. Indeed, different phenomena are characterized by different physical models with relevance for simulating laser materials processing. To achieve objective C, a knowledge should be acquired as how physical models of laser radiation interaction with matter are applied in modelling the processing processes, and how the associated parameters translate into degrees of freedom. Objective D is a horizontal objective which aims to prepare students for the important task of management of scientific and technological information and its dissemination.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA Serão seguidos os livros de Luxon, e Webb. Menos de 5 alunos: sessões tutoriais com acompanhamento individualizado; leituras prévias dos alunos dos capítulos referenciados e com apresentações curtas. TEÓRICO-PRÁTICA Desenvolvimento de um modelo de resposta de um material numa situação de processamento laser. PRÁTICA LABORATORIAL Realização de experiência laboratorial. Alternativas: - Marcação em alumínio anodizado com um laser de CO₂, ou de Nd:YAG - Marcação em madeira com laser de CO₂.- Elaboração de um artigo de revisão do estado da arte relativo a uma técnica específica de processamento de materiais por laser - 45% - Construção de um modelo computacional - 20% - Relatório da actividade laboratorial - 25% - Intervenção nas sessões teóricas - 10%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL It will be followed the books of Luxon and Webb. Less than 5 students: tutorial sessions with individual follow-up; previous readings of the students of the referenced chapters and short presentations. THEORY-PRACTICE Development of a model of the response of a material in a laser processing situation. LABORATORY PRACTICE Conducting a laboratory experiment. Alternatives: - Marking anodized aluminium using a CO₂ laser or a Nd:YAG laser system. - Marking wood using a CO₂ laser.- Preparation of a state of the art review paper on a specific technique of laser processing of materials – 45% - Development of a computer model – 20% - Report on the laboratorial activity – 25% - Intervention in the theoretical sessions – 10%

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

Para atingir os objetivos estabelecidos, torna-se importante ter uma componente teórica que não só forneça aos alunos uma base forte de conhecimento da matéria (e atinjam os objetivos A a C) mas também que lhes dê experiência na pesquisa e análise da informação relevante sobre a matéria (objetivo D). A evolução contínua neste processo será avaliada com base nas intervenções feitas pelos alunos, não só com apresentações curtas sobre a matéria mas também sobre a análise que os mesmos fazem das feitas pelos colegas. No final da cadeira, o cumprimento dos objetivos (em particular, D) será avaliado com base num artigo de revisão do estado da arte relativo a uma técnica específica de processamento de materiais por laser. Para melhor atingir os objetivos B e C, com base na componente teórica, o aluno deve desenvolver um modelo de resposta de um material à radiação laser numa situação de processamento, e implementá-lo computacionalmente. Este trabalho será desenvolvido num formato teorico-prático e será avaliado em conformidade com os objetivos estabelecidos. A prática laboratorial permitirá aos alunos aplicarem os conhecimentos adquiridos. A avaliação desta componente será feita através de um relatório, o qual deverá englobar o que foi feito (e como), e a respetiva análise de resultados no contexto dos objectivos iniciais.

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

To achieve the stated objectives, it is important to have a theoretical component that not only provide students with a strong foundation of knowledge on the subject (and allows achieving the objectives A to C) but also to give them experience in searching and analysis of relevant information on the subject (objective D). The continuing evolution in this process will be evaluated based on the interventions made by the students, not only with short presentations on the subject but also on the analysis they do on those made by their colleagues. At the end of the unit, the achievement of the objectives (particularly D) will be evaluated based on a state of the art review paper on a specific technique of laser processing of materials. To better achieve the objectives B and C, based on the theoretical component, the student must develop a response model of a material to laser radiation in a processing situation, and implement it computationally. This work will be developed in a theory-practice format and will be evaluated in accordance with established objectives. The laboratory practice will

allow students to apply the knowledge acquired. The evaluation of this component will be done through a report, which should encompass what has been done (and how), and the corresponding test results in the context of the initial objectives.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Laser Processing of Materials: Fundamentals, Applications and Developments, Peter Schaaf, Springer Series in Materials Science 139, USA ISBN 10, ASIN 3642132804, 2010. Recent Advances in Laser Processing of Materials, (EMRS series), Jacques Perriere, Eric Millon, Eric Fogarassy, Elsevier Science, Oxford UK, ISBN 10, ASIN 0080447279, 2006. Industrial Lasers and their Applications, Second Edition, James T. Luxon, David E. Parker, Prentice-Hall International, New Jersey USA, ISBN 0-13-459538-6, 1992. Handbook of Laser Technology and Applications, Colin E. Webb, Julian D. C. Jones, IoP – institute of Physics Publishing, London UK, 2004. Lasers. Principles and Applications, J. Wilson, J.F.B. Hawkes, Prentice Hall International, Hertfordshire UK, ISBN 0-13-523697-5, 1987. Principais revistas disponíveis no LOLS ou na B-ON: Journal of Optics and Lasers in Engineering, Applied Optics, Optical Engineering;

Mapa X - Tecnologias de Filmes Finos / Thin Film Technologies

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tecnologias de Filmes Finos / Thin Film Technologies

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

Andrii Vovk - 23.38h

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Explicar as diferentes técnicas de deposição de filmes finos e aplicações em ciência e na indústria. Demonstrar as vantagens e limitações de cada técnica para a deposição de materiais supercondutores, semicondutores e óxidos. Explicar o efeito dos parâmetros de deposição na estrutura dos filmes obtidos, desde os filmes granulares, a filmes epitaxiais e multicamadas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To explain different thin film deposition techniques and their applications for science and industry. To demonstrate advantages and limitations of different deposition methods with respect to metal, superconductor, semiconductor and oxide materials. To explain the effect of deposition parameters on the structure of the films, from nanoclusters to epitaxial layers and multilayers.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Introdução às técnicas físicas e químicas de deposição de filmes finos. Pulverização catódica (MS); deposição por laser pulsado (PLD); epitaxia de feixe de iões (IBE); canhão de electrões (EBE) e evaporação térmica. Técnicas de deposição em fase gasosa (CVD) Aspectos técnicos e aplicações típicas em investigação científica e indústria. Técnicas de caracterização de filmes finos

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction to physical and chemical thin film deposition techniques. Magnetron sputtering. Pulsed Laser Deposition. Ion Beam and Epitaxy. Electron Beam evaporation. Chemical Vapor Deposition techniques. Technical aspects and typical applications in research and industry Thin films characterization techniques.

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

São abordadas as questões essenciais para a compreensão da tecnologia de filmes finos com a sequência e profundidade necessárias para uma aquisição de competências no domínio da produção e caracterização de filmes e nano-estruturas e para uma iniciação à investigação científica envolvendo esta temática. As técnicas de deposição de filmes serão exploradas e a utilização do equipamento será demonstrada em conjunto com ideias gerais da sua aplicação na ciência e na indústria. Será incluída a discussão dos erros experimentais e instrumentais mais comuns. As especificações e limitações das diferentes técnicas de deposição existentes serão discutidas para diferentes tipos de materiais e nano-estruturas.

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

The key issues for the understanding of the proposed themes are outlined with the sequence and depth needed for an acquisition of skills concerning the deposition of thin films and for an efficient introduction to scientific research in this area. Thin films deposition techniques are explored and the use of the experimental equipment will be demonstrated along with the general ideas of applications in science and industry. This also includes the discussion of the uncertainty involved in the techniques available, namely PI-MOCVD, magnetron sputtering and electron gun and thermal evaporation techniques, for different type of materials and nanostructures.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas / tutoriais para apresentação das diferentes técnicas e sistemas, e práticas de laboratório para utilização das técnicas disponíveis (PI-MOCVD, magnetron sputtering, canhão de electrões e evaporação térmica). No decorrer das aulas de laboratório serão realizados testes de deposição e preparação técnica das câmaras de deposição com o objectivo de treinar os estudantes na sua utilização. A avaliação baseia-se na participação nas aulas práticas, na apresentação de um ensaio de deposição e na discussão de um artigo científico

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (tutorial) and laboratory work. During lectures general presentation and explanation of different deposition techniques and systems will be given. Laboratory work will include usage of PI-MOCVD reactor, magnetron sputtering and electron gun and thermal evaporation systems. A number of test depositions will be carried on to explain usage of these techniques and systems. Practical course will include test deposition and routine service of deposition chambers. Evaluation will be based on participation in lab classes, presentation of a routine test deposition and oral discussions of scientific publications on the subject.

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

As aulas teóricas são aulas de exposição sobre o temas propostos onde são apresentados os conceitos e os desenvolvimentos recentes na área em estudo, discutidos exercícios e realizada a análise de artigos, sob proposta do(s) docente(s) envolvidos. Sendo uma unidade de carácter essencialmente experimental, o ensino é centrado na utilização das técnicas disponíveis e no treino relativamente à sua aplicação a casos concretos que cobrem os principais tipos de sistemas, nano-estruturados ou não. Este treino é concretizado nas aulas práticas de laboratório onde os estudantes são confrontados com a realidade das experiências e os fundamentos físicos que as suportam, o que lhes permite complementar e consolidar os conceitos adquiridos, e ganhar competências na utilização de equipamento sofisticado, na preparação de experiências específicas, no seu controlo e dos erros associados e ainda na análise e interpretação dos dados obtidos. O conjunto das metodologias de ensino e de avaliação, permite a consolidação dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos, ao mesmo tempo que introduz os estudantes ao trabalho de investigação científica.

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

In the theoretical classes, the different issues will be explained, namely the basic concepts, models and recent developments in the domain, followed by the discussion of exercises and scientific articles proposed by the teachers. Due to the practical nature of the unit the teaching will focus on the basis and description of the experimental techniques, and on the specific training in their application to some case studies representative of materials, both bulk and nanostructured. This training is explored in the laboratory classes where the students, facing the real experiments, can check the physical concepts and gain skills on the understanding and utilisation of sophisticated equipment, on the planning and control of experiments and associated errors as well as on the analysis and interpretation of data. The ensemble of the teaching methodologies and evaluation procedures allows consolidation of the theoretical and practical knowledge acquired and gives the students an opportunity to get on site experience in a research scientific environment.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The materials Science of Thin Films", Milton Ohring, Academic Press 1991 Beam Injection Based Nanocharacterization of Advanced Materials", G. Salvati, T. Sekiguchi, S. Heun and A. Gustafsson (2008) Surfaces and Interfaces of Solid Materials", H. Lüth, Springer (1998) "Handbook of Thin Film Deposition", Ed. K. Seshan, Elsevier (2012) "Handbook of Thin Film Technology", Ed. H. Frei and H.R. Knan, Springer (2015) Physics of This Films Vol. 14 "Reactive Sputtering" by W.D. Westwood, Academic Press (1989)

6.2.1.1. Unidade curricular:*Fotónica Avançada / Advanced Photonics***6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 56h***6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:***Não existem outros docentes envolvidos***6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A - Aprofundar os conceitos fundamentais e o desenho qualitativo das configurações que estão na base da fotónica. B - Formalizar as funções passíveis de implementação óptica no contexto das tecnologias da sociedade de informação (tais como, por exemplo, comunicações, comutação, processamento, interconexões, redes). C – Explorar alguns dos domínios associados à optoelectrónica, fotónica, óptica quântica e nano-óptica, em termos científicos, tecnológicos e industriais.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***A - To enhance the basics and fundamental concepts underlying the main applications of photonics. B - To model the most important information technology functions which can be implemented optically (e.g., communications, commutation, processing, interconnecting, networking). C – Explore the boundaries between the overlapping concepts of optoelectronics, photonics, quantum optics, nanooptics, in scientific, technological and industrial contexts.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***1 – Revisão aprofundada de alguns aspectos da teoria electromagnética 2 – Óptica guiada 3 – Fontes e detectores de luz 4 – Óptica não-linear 5 – Outros fenómenos de emissão de luz Tópicos 2-5: escolher dois***6.2.1.5. Syllabus:***1 – Electromagnetic theory, in-depth review 2 – Optical waveguides 3 – Light sources and detectors 4 – Nonlinear optics 5 – Other light generation phenomena Topics 2-5: select two***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***Os vários tópicos (2-5) justificam a natureza ubíqua da fotónica, aplicável em todas as situações em que haja informação a ser gerada, transmitida e processada por meio de luz. A 1ª secção (tópicos de Electromagnetismo) permite enquadrar as seguintes no paradigma do EM clássico. A 2ª secção pode incidir sobre fibras ópticas, guias planares usados em sensores, outros meios estruturados (cristais fotónicos, estruturas multi-camada ou metamateriais) A 3ª secção será conduzida de modo a incidir sobre alguns dos aspectos mais relevantes para as fontes e detectores semicondutores, na perspectiva da tecnologia, da engenharia e dos produtos disponíveis. Finalmente, as 4ª e 5ª secções incidirão sobre as múltiplas formas de gerar e formatar feixes luminosos com perfis espaço-temporais muito variados, da maior relevância para as aplicações da fotónica.***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***Topics 2-5 demonstrate the ubiquitous nature of photonics and are applicable wherever there is information to be generated, transmitted or processed using light. Section 1 (EM topics) is important to frame the following sections in classical EM. Section 2 may focus on optical fibers, planar guides used in optical sensors, structured materials (such as photonic crystals, multilayers or metamaterials). Section 3 will address only topics of more relevance for sources and detectors, with emphasis on technologies, engineering considerations and components available in the market. Finally, sections 3 and 4 will address the variety of forms to generate and spatio-temporal shaping of light beams, to cope with current relevant applications of photonics.***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***TEÓRICA Regime tutorial, orientação personalizada TEÓRICO-PRÁCTICA NA PRÁCTICA LABORATORIAL Desenvolvimento de duas aplicações laboratoriais, com modelação numérica de uma.AVALIAÇÃO Monografia Caderno Laboratorial***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

THEORETICAL Tutorial approach, individual orientation THEORY-PRACTICE NA LABORATORY PRACTICE Execution of two laboratorial applications. One will be numerically modelled.EVALUATION Short monograph Assessment of the laboratorial report

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

Facilita-se o acesso aos modelos da fotónica, com um número relevante de livros de referência, mas antecipa-se a diversidade de interesses dos alunos valorizando o trabalho individual em temas de fotónica, alicerçados nos fundamentos expostos. Valoriza-se igualmente, através da simulação numérica, o tratamento quantitativo dos modelos, de modo a preparar os alunos para actividades típicas de engenharia que envolvam requisitos ou níveis de desempenho definidos quantitativamente. Finalmente, dá-se um peso significativo à componente laboratorial, sem o que a formação de um engenheiro ficaria severamente prejudicada.

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

In tutorials, students are presented with photonics, following a relevant number of reference books, anticipating the diversity of their interests in terms of applications. We therefore promote the development of self-interest topics, based upon the basics of the subject, through individual work leading to monographies. Numerical simulation is promoted in order to prepare students to handle quantitative requirements and tolerances at system level, a very important activity for engineers. Finally, the laboratorial component is enhanced, experiments being a requirement of utmost importance for the training of an engineer.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Saleh B., Teich M., Fundamentals of Photonics (2ª ed., Wiley, 2007). - K. Iizuka, Elements of Photonics, Wiley, 2002 - Trager F., Handbook of Lasers and Optics (Springer, 2007). - Bass (ed.) Handbook of Optics (5 volumes) (Optical Society of America) - Mandel L, Wolf E., Optical Coherence and Quantum Optics (CUP, 1995) - Goodman J.W., Statistical Optics (Wiley, 2005) - K.D. Moller, Optics, Learning by Computing with Examples (Mathcad, Matlab), Springer, 2003 - Encyclopedia of Laser Physics (<http://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>) - HyperPhysics, <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>

Mapa X - Microscopia de Varrimento por Sonda / Scanning Probe Microscopies

6.2.1.1. Unidade curricular:

Microscopia de Varrimento por Sonda / Scanning Probe Microscopies

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

Mário Manuel Silveira Rodrigues - 23.38h

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Dar a conhecer várias técnicas de microscopia de varrimento por sonda (MVS) para caracterização à escala nanoscópica, do ponto de vista dos princípios físicos subjacentes, dos aspectos técnicos relevantes e das vantagens e limitações relativamente a outras técnicas. Treinar os estudantes na utilização de técnicas MVS e na compreensão e leitura crítica de artigos da área.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Put forward various scanning probe microscopy (SPM) techniques for nanoscopic characterisation with emphasis on the physical principles, the relevant technical aspects and the advantages and limitations relative to other microscopy techniques. This unit also aims to give students the basic training needed for future utilisation of these techniques and for critical reading of scientific articles in the field.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1 - Introdução às técnicas de MVS. 2 - Forças e interações 3 - Princípios físicos da microscopia de força atómica. 4 - Aulas práticas de laboratório

6.2.1.5. Syllabus:

1 - Introduction to scanning probe techniques. 2 - Forces and interactions 3 - Physical principles of atomic force microscopy. 4 - Laboratory practical classes

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

São abordadas as questões essenciais para a compreensão das técnicas de microscopia de varrimento por sonda, com a sequência e profundidade necessárias para uma aquisição de competências no domínio da caracterização de filmes e nano-estruturas e para uma iniciação à investigação científica envolvendo esta temática. As técnicas de MVS serão exploradas e a utilização do equipamento será demonstrada em conjunto com ideias gerais da sua aplicação na ciência e na indústria. Será incluída a discussão dos erros experimentais e instrumentais mais comuns. As limitações da aplicação das técnicas de MVS em diferentes materiais e nano-estruturas serão discutidos.

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

The key issues for the understanding of the scanning probe microscopies are outlined with the sequence and depth needed for an acquisition of skills concerning the characterization of thin films and nanostructures for an efficient introduction to scientific research in this area. The SPM techniques are explored and use of the experimental equipment will be demonstrated along with the general ideas of applications in science and industry. This will also include demonstration of the typical experimental and instrumental errors. Limitations of the experimental techniques for particular materials and nanostructures will be discussed.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas presenciais teóricas e laboratoriais. Nas aulas laboratoriais serão usados os equipamentos de SPM disponíveis nos grupos de investigação associados ao departamento de Física. A avaliação terá por base a resolução de exercícios, a participação nas aulas laboratoriais, a apresentação de um projecto experimental realizado e a discussão de um artigo científico envolvendo técnicas de MVS.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and laboratory classes. In the laboratory classes the students will use the research SPM equipment available at the research groups/units associated with the Physics Department. Evaluation will be based on solving a series of exercises, participation in the laboratory classes, oral presentation of an experimental project and the discussion of a scientific article on SPM.

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

As aulas teóricas são aulas de exposição sobre os temas propostos onde são apresentados os conceitos e os desenvolvimentos recentes na área em estudo, discutidos exercícios e realizada a análise de artigos, sob proposta do(s) docente(s) envolvidos. Sendo uma unidade de carácter essencialmente experimental, o ensino é centrado na utilização das técnicas disponíveis e no treino relativamente à sua aplicação a casos concretos que cobrem os principais tipos de sistemas, nano-estruturados ou não. Este treino é concretizado nas aulas práticas de laboratório onde os estudantes são confrontados com a realidade das experiências e os fundamentos físicos que as suportam, o que lhes permite complementar e consolidar os conceitos adquiridos, e ganhar competências na compreensão e utilização de equipamento sofisticado, na preparação de experiências específicas para aquisição da informação pretendida sobre os sistemas a estudar, no controlo das experiências e dos erros associados e ainda na análise e interpretação dos dados obtidos com base nos modelos existentes. O conjunto das metodologias de ensino e de avaliação, nomeadamente a apresentação oral e a discussão de artigos científicos, permite a consolidação dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos, ao mesmo tempo que introduz os estudantes ao trabalho de investigação científica.

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

In the theoretical classes, the different issues will be explained, namely the basic concepts, models and recent development in the domain, followed by the discussion of exercises and scientific articles proposed by the teachers. As the unit has essentially a practical nature the teaching is focused in the foundations and description of the experimental techniques and on the specific training in their application to some case studies representative of materials, both bulk and nanostructured. This training is explored in the laboratory classes where the students, facing the real experiments, can check the physical concepts and gain skills on the understanding and utilisation of sophisticated equipment for the characterisation of thin films and nanostructures, on the control of experiments and associated errors as well as on the analysis and interpretation of data. The ensemble of the teaching methodologies and evaluation procedures allows the consolidation of the theoretical and practical knowledge acquired. Laboratory experiments will be carried out using a standard industrial SPM system used for regular research activity. This will give the students an

opportunity to get on site experience with different surface characterisation techniques in a research scientific environment.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Scanning probe microscopy, Ernst Meyer, Hans Josef Hug and Roland Bennewitz, Springer 2004. Scanning Probe Microscopy: Atomic Scale Engineering by Forces and Currents, Adam Foster, Werner A. Hofer, Springer New York 2006 Scanning Probe Microscopy for Industrial Applications Nanomechanical Characterization, DALIA G. YABLON?, Wiley 2013 Scientific articles

Mapa X - Técnicas Avançadas de Controlo / Advanced Techniques in Control

6.2.1.1. Unidade curricular:

Técnicas Avançadas de Controlo / Advanced Techniques in Control

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

José António Soares Augusto - 0h

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Dotar os alunos de conhecimentos avançados de Controlo, capazes de lhes permitir o projecto de controladores em ambientes e situações reais, mais complexas do que o modelo linear "ideal".

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Provide the students with skills that can enable them to design controllers in real situations and environments, quite more complex than the common "ideal" linear model.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Projecto de controladores por colocação dos pólos. 2. Tópicos de controlo óptimo. 3. Tópicos de controlo não linear. 4. Tópicos de controlo adaptativo.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Design of controllers using pole placement. 2. Topics in optimal control. 3. Topics in nonlinear control. 4. Topics in adaptive control.

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

Os domínios de acção do Engenheiro Físico incluem amiúde o desenvolvimento, adaptação ou utilização adequada de instrumentos (sensores, electrónica analógica, processamento digital) em sistemas de medida, de processamento ou de controlo complexos. Na área genérica da Instrumentação, este programa doutoral pretende dotar os alunos de noções avançadas de matérias essenciais à Instrumentação, concretamente de técnicas avançadas de Controlo de Sistemas. Em função da formação anterior e do plano de trabalhos individual, o estudante será orientado para aspectos específicos da área de forma a consolidar e ampliar, a um nível avançado, os conhecimentos dos ciclos precedentes.

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

The practical activity of the Physical Engineer often includes the development, adaptation or use of instruments (sensors, analog electronics and digital processing) in measurement, processing or control of complex systems. The objective of this PhD program, rooted in the general area of Instrumentation, is to provide to the PhD candidates advanced concepts of topics essential to Instrumentation, in particular in the area of the Control of Systems. Depending on previous training and on the individual work plan, each student will be guided to acquire, or improve, knowledge in specific subjects in order to consolidate, to an advanced level, the skills already mastered in previous cycles.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas ou teórico/práticas e realização de um projecto. 20~25 horas de contacto com o docente durante o módulo; sessões de laboratório baseadas em Matlab, Octave ou em programas similares. Avaliação contínua e através de exame individual.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and theoretical/practical sessions, and development of a project. A total of 20~25 hours of contact with the teacher; laboratory sessions based in Matlab, Octave or in similar software. Grading will be based on an individual written exam and on continuous assessment.

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

As metodologias de ensino e de avaliação propostas estão adaptadas à maturidade cultural e intelectual esperada para os candidatos a Doutores e foram definidas em sintonia com os objetivos da disciplina, que consistem em fornecer-lhes conhecimentos essenciais das áreas da Instrumentação e do Controlo.

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

The envisaged teaching and assessment methodologies are well adapted to the cultural and intellectual maturity expected from PhD candidates, and were defined in order to provide them with essential knowledge in the areas of Instrumentation and Control.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

C. T. Chen, "Analog and Digital Control System Design", Saunders/HBJ, 1993. K. Astrom, B. Wittenmark, "Adaptive Control (2nd ed.)", Prentice-Hall, 1991. J. Slotine, W. Li, "Applied Nonlinear Control", Prentice-Hall, 1991.

Mapa X - Instrumentos Virtuais e Sistemas Automáticos de Medida/ Virtual Instrum. and Autom. Measur. Syst.

6.2.1.1. Unidade curricular:

Instrumentos Virtuais e Sistemas Automáticos de Medida/ Virtual Instrum. and Autom. Measur. Syst.

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

Guiomar Gaspar De Andrade Evans - 24.5h

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Introduzir o ambiente de desenvolvimento LabVIEW e a sua utilização em sistemas automáticos de medida.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To introduce the LabVIEW development environment and its use in automated measurement systems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Conceitos Fundamentais. 2. Barramentos de Comunicação em Instrumentação. 3. Introdução ao Ambiente de Desenvolvimento LabVIEW

6.2.1.5. Syllabus:

1. Fundamental Concepts. 2. Communication Buses for Instrumentation. 3. Introduction to the LabVIEW Development Environment

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

São inexistentes os domínios de acção do Engenheiro Físico que não inclua o desenvolvimento, adaptação ou utilização adequada de instrumentos (sensores, electrónica e processamento) em sistemas de medida, de processamento ou de controlo complexos. Na área genérica da Instrumentação, este programa doutoral pretende-se dotar os alunos de noções avançadas de matérias essenciais à Instrumentação, concretamente a

automatização dos sistemas de medida e os instrumentos virtuais. Em função da formação anterior e do plano de trabalhos individual, cada estudante será orientado para aspectos específicos para consolidar ou obter, a um nível avançado, os conhecimentos obtidos em ciclos precedentes.

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

The practical activity of the Physical Engineer always includes the development, adaptation or utilization of instruments (sensors, electronics and processing) in measurement, processing or control complex systems. The objective of this PhD program in the general area of Instrumentation is to provide to the PhD candidates the advanced concepts of topics essential to Instrumentation, particularly automated measurement systems and virtual Instruments. Depending on previous training and individual work plan, each student will be guided to acquire or improve his knowledge in specific subjects to consolidate, to an advanced level, the knowledge obtained in previous cycles.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas ou teórico/práticas e realização de um projeto. Realização de um projeto.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and theoretical/practical sessions, and implementation of a project. Implementation of a project.

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

As metodologias de ensino e de avaliação propostas estão adaptadas à maturidade cultural e intelectual esperada para os candidatos a Doutores, e foram definidas em sintonia com os objectivos da disciplina, que consistem em fornecer-lhes conhecimentos essenciais para a área da Instrumentação.

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

The envisaged teaching and assessment methodologies are well adapted to the cultural and intellectual maturity expected from PhD candidates, and were defined in order to provide them with essential knowledge in the area of Instrumentation.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

G. Johnson and R. Jennings, "LabVIEW Graphical Programming", 4th Edition, McGraw-Hill, 2006. R. Bitter, T. Mohiuddin and M. Nawrocki, "LabView: Advanced Programming Techniques", 2nd Edition, CRC Press, 2006.

Mapa X - Arquiteturas e Tecnologias de Sistemas de Imagem /Architectures and Technologies of Imaging Systems

6.2.1.1. Unidade curricular:

Arquiteturas e Tecnologias de Sistemas de Imagem /Architectures and Technologies of Imaging Systems

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

José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 30h - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Apresentar os conceitos aprofundados de teoria de sistemas de formação de imagem (SI) de modo a fornecer uma abordagem coerente aplicável à maior parte das principais áreas de aplicação onde se utilizam imagens. Permitir que os alunos entendam os aspectos sistémicos que apoiam as especificações básicas de um SI (resolução, sensibilidade, resposta dinâmica, funções descritivas, etc), a avaliação de desempenho e os sistemas de tolerâncias. Lidar com famílias de constrangimentos, requisitos operacionais, etc., no projecto de um SI e na selecção da tecnologia, incidindo sobre a arquitectura de SI e de colecção de radiação luminosa (do UV ao IR), da especificação, modelação e projecto, integração e teste. A abordagem integrada, habituando os alunos a lidar com sistemas de especificações, com a análise das tecnologias disponíveis ou simplesmente com considerações custo-benefício aceitáveis para o utilizador/cliente final.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To analyze in-depth principles of imaging systems (IS) in order to ensure a system approach to the most relevant applications using light and imaging. Help students understanding the physical basis of IS specifications (resolution, sensitivity, dynamic response, etc) and corresponding tradeoffs, performances and tolerancing. Handling with sets of operational constrains that must be considered when designing an instrument and selecting the technologies, by focusing on the architecture of IS and of collecting light (from UV to IR), on the specification, modelling, design, integration and test. Focus on an integrated approach, training students on how to deal with systems of specifications, trading-off technologies or using cost-benefit analysis affordable for the final user of the images.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução 2. Amostragem 2D 3. Radiometria e fotometrias 4. Formação de imagem 5. Arquitectura de sistemas de formação de imagem 6. Caracterização de sistemas de formação de imagem 7. Exemplos / análise de casos

6.2.1.5. Syllabus:

1. Introduction 2. 2D Sampling 3. Radiometry and Photometries 4. Image Formation 5. Imaging Systems Architectures 6. Imaging Systems characterization 7. Case analysis

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

Privilegiam-se as questões de arquitectura e as considerações de sistema, em detrimento da análise exaustiva de situações particulares. Dá-se relevo à semelhança de abordagem em domínios de aplicação muito diferentes, em detrimento das especificidades da física, da linguagem profissional ou da aplicação. Baseia-se a análise em considerações gerais relativas à amostragem (espacial, temporal ou espectral) pois é a amostragem que em grande parte condiciona todas as características não só do sistema de formação de imagem como também da infra-estrutura em que tal sistema se integre.

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

Emphasis is given to architecture and system considerations and not to the detailed analysis of particular situations and systems. The approach is focused on similarities between systems in widely different areas of application, minimizing differences in the physics of the situations, applications or professional languages. Most considerations are derived from sampling considerations (spatial, temporal or spectral), because sampling drives most characteristics of the imaging system and of the larger infrastructure that supports the imaging system itself.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA Regime tutorial, orientação personalizada TEÓRICO-PRÁCTICA Cálculo e análise de sistemas com Zemax PRÁCTICA LABORATORIAL Desenvolvimento de duas aplicações laboratoriais de formação de imagem, com modelação numérica de uma. AVALIAÇÃO Monografia Caderno Laboratorial

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL Tutorial approach, individual orientation THEORY-PRACTICE Design and analysis of imaging systems with Zemax LABORATORY PRACTICE Execution of two laboratorial imaging applications. One will be numerically modelled. EVALUATION Short monograph Assessment of the laboratorial report

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

Os sistemas de imagem são, naturalmente, domínios de integração de conhecimentos e objectos de engenharia. Aplicam-se em quase todos os sectores da vida, da economia, da indústria, da sociedade. Os interesses específicos dos alunos devem ser tidos em conta nas aplicações a analisar com maior detalhe. A iniciativa dos alunos é muito importante e a avaliação pode ser, no limite, e para grupos reduzidos de alunos, personalizada. Por outro lado, é necessário fazer conciliar abordagens numéricas que traduzam sistemas quantitativos de requisitos, desempenhos e de tolerâncias, o que justifica o peso que a utilização de sistemas numéricos tem na disciplina.

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

Imaging systems do integrate knowledge and, as such, are engineering objects. They are used in almost all aspects of life, economy, industry and society. Specific interests of students must therefore be contemplated seriously and their evaluation can be, for a small number of students, almost personalised. In addition, we must

train students on quantitative systems of requirements, performances and tolerances, therefore justifying the importance of professional numerical tools and environments in the program.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Fiete, R.D., Modeling the imaging chain of digital cameras (SPIE Press, 2010) Goodman, J. W., Introduction to Fourier Optics (Roberts & Company, 2005) Kramer H., Observation of the Earth and its Environment - Survey of Missions and Sensors (4ed, Springer 2002) Bass M., Handbook of Optics (McGraw Hill, 2009) Hill J., Mégier J., Imaging Spectrometry, a Tool for Environmental Observations (Springer, 2007) Hecht E, Óptica (Gulbenkian, 1998)

Mapa X - Metrologia e Engenharia da Medida / Metrology and Measurement Engineering

6.2.1.1. Unidade curricular:

Metrologia e Engenharia da Medida / Metrology and Measurement Engineering

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

Alexandre Pereira Cabral - 60h - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Medir é um dos atos mais fundamentais em engenharia física. Saber o que é medir e como avaliar o resultado do processo de medição é o principal objectivo desta UC. Os alunos devem entender os conceitos de unidade de medida e o sistema internacional, os conceitos de erro e incerteza na medição, e a problemática da calibração de um sistema de medição. Para além do conhecimento dos conceitos metrologicos subjacentes ao ato de medir, serão analisadas em detalhe as diversas ferramentas matemáticas que nos permitem fazer uma avaliação rigorosa da incerteza na medição experimental, seja em situações laboratoriais de natureza científica, seja em processos industriais norteados por sistemas normativos de controlo de qualidade.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To measure is one of the most fundamental acts in engineering physics. Knowing what to measure and evaluate the outcome of the measurement process is the main objective of this unit. Students must therefore understand the concepts of unit of measurement and the international system, the concepts of error and uncertainty in the measurement, and everything related with the calibration of a measuring system. In addition to the knowledge of the metrological concepts underlying the act of measuring, we will also focus on the various mathematical tools that allow us to make an accurate assessment of uncertainty in measurement, whether in situations of scientific laboratory, or in industrial processes guided by regulatory systems of control quality.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. A metrologia e o Sistema internacional. 2. A medição e calibração em sistemas metrologicos 3. A Avaliação da incerteza de medição. 4. A Metrologia na Instrumentação. Módulos a escolher em função do conhecimento anterior do estudante e necessidades da tese.

6.2.1.5. Syllabus:

1. The metrology and the International Systems. 2. The measurement and the calibration in metrological systems. 3. The evaluation of measurement uncertainty. 4. Metrology in instrumentation. Topics to be selected, according to student's past experience in metrology and needs for the PhD

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

De modo a assegurar o rigor e a rastreabilidade de todo o processo de medida é necessário que os alunos consolidem conhecimentos sobre o edifício técnico que envolve a produção dos dados e a sua manipulação. Esta disciplina, na produção e no tratamento de dados, irá assegurar a transmissão correta dos seus resultados. A garantia da universalidade nos processos metrologicos passa no entanto pela obediência a um conjunto estrito de regras e procedimentos estabelecidos e aceites internacionalmente.

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

In order to assure the rigour and traceability of all the measurement processes it is necessary to provide the students with the knowledge of all the techniques involved in the production and manipulation of data. The awareness and self-discipline when dealing with scientific and technical data will assure the correct transmission of their results. The warranty on the most basic validity of the metrological processes must however obey to a strict set of rules, techniques and procedures accepted internationally.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA Apresentação de aspectos básicos e sistemática TEÓRICO-PRÁTICA Trabalho individual, com apoio do docente PRÁTICA LABORATORIAL Desenvolvimento de modelos numéricos AVALIAÇÃO Análise de uma situação experimental real, com estimativa de parâmetros, cálculo de incertezas e respectivo relatório. Defesa oral. Alunos organizados por grupos não superiores a 2 elementos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL Presentation of the basics and systematic aspects THEORY-PRACTICE Individual work with the teacher support LABORATORY PRACTICE Development of numerical models EVALUATION Analysis of a real experimental situation, comprising the estimation of parameters, calculation of uncertainty and its report. Oral presentation. Students organized by groups of no more than 2 elements.

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

O conhecimento básico de todos os processos de produção de dados científicos e técnicos passa pelo ensinamento do conjunto estrito de regras aceites internacionalmente e que devem passar a ser uma ferramenta básica para qualquer profissional. Neste contexto, procura-se nesta disciplina ilustrar estas técnicas com exemplos práticos, desde o processamento dos dados até à apresentação dos resultados e das respetivas incertezas. Passará portanto desde a avaliação das equações fundamentais dos processos que se estão a medir até ao modo de funcionamento dos instrumentos que são utilizados para o efeito, avaliando os erros e as incertezas que se propagam através de todo o processo de medida.

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

The basic knowledge of all the processes of production and utilization of scientific and technical data is strongly tied to the knowledge of the strict set of rules accepted internationally. Therefore, Measuring Engineering will undoubtedly become a fundamental tool for any professional in this field. In this context, these lectures will present and illustrate these techniques with practical examples, starting on the processing of data and ending the results presentation and their inherent uncertainties. This implies not only knowing the fundamental equations describing the measurement process, but also the instruments that are being used during the measurement process, evaluating the errors and the uncertainties propagating along all the measurement process.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Guide to the expression of uncertainty in measurement" (GUM) ISO/IEC Guide 98-3:2008 Ignacio Lira, "Evaluating the Measurement Uncertainty – Fundamentals and practical guidance", IoP, 2002 Paolo Fornasini, "The Uncertainty in Physical Measurements - An Introduction to Data Analysis in the Physics Laboratory"; Springer; ISBN: 978-0-387-78649-0

Mapa X - Sensores Óticos / Photonic Sensors**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Sensores Óticos / Photonic Sensors

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

Manuel Adler Sanchez De Abreu - 30h - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

O carácter multidisciplinar associado ao sensor óptico tem origem nas suas múltiplas aplicações e nas

dependências específicas da tecnologia nas várias áreas do conhecimento como a engenharia, ciências dos materiais, biologia, química, física e outras. Os sensores ópticos baseiam-se num conjunto limitado de propriedades da radiação electromagnética, como intensidade, fase, comprimento de onda ou frequência, frente de onda, polarização e conteúdo espectral, não sendo no entanto a sua designação restrita somente ao espectro óptico, sendo os mesmos princípios utilizados desde os raios X até às microondas. A utilização das propriedades fundamentais da radiação electromagnética, tendo em conta maneira como se propaga e interage com os materiais, permite a construção de sensores para as mais variadas aplicações. Pretende-se apresentar ao aluno os vários processos e propriedades envolvidas no funcionamento do sensor óptico, e sua caracterização face à aplicação a que se destina.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The multidisciplinary nature of the optical sensors has its origin in the multitude of applications and in their relation with different technologies in different areas of knowledge such as engineering, materials science, chemistry, physics and so many others. Optical sensors are deal with just a small number of properties of the electromagnetic radiation: intensity, phase, wavelength or frequency, polarization and spectral content. The term 'optical sensors' is nevertheless not limited to the optical spectrum, since the same principles apply from the X-ray to microwave. The use of the fundamental properties of the electromagnetic radiation, knowing the mechanisms of propagation in several media and the way it interacts with matter, allows the development of sensors for a large number of applications. These lectures are meant to teach the students the several processes and properties of the optical sensors, as well as its characterization with regard to the intended application.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- Características da radiação óptica e a sua aplicação em sensores - Características dos vários sensores tendo em conta a aplicação, mensurada, tipo de processamento de sinal. - Tecnologia dos sensores ópticos - Critérios de avaliação dos sensores ópticos - Exemplos de aplicação de sensores ópticos

6.2.1.5. Syllabus:

- Characteristics of optical radiation and its application in sensors - Characteristics of different kind of sensors with regard to application, measurand, signal processing methodology. - Technology of optical sensors - Examples of application of optical sensors

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

As matérias ensinadas são fundamentais para a compreensão dos temas desenvolvidos na disciplina, materializadas numa abordagem que considera os vários tipos de sensores por família de aplicação ou grandeza física, considerando as várias tecnologias e processos físicos que permitem tal transdução. Este tipo de abordagem pode ser encontrado em qualquer livro de referência na área de sensores e transdutores.

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

The subjects taught are essential for the understanding of the different themes developed in the course, based on an approach that considers the different types of sensors grouped by application or physical quantity, considering the different technologies and physical processes that support the transduction. This type of approach can be found in any reference books on this subject.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA Apresentação de aspectos básicos e da sistemática TEÓRICO-PRÁTICA Trabalho individual, com apoio do docente PRÁTICA LABORATORIAL Utilização e avaliação de sensores ópticos em laboratório com vista à caracterização das propriedades críticas do instrumento face ao processo de medida. Prova escrita (40%) baseada na discussão de um artigo técnico que descreva um sensor e um processo físico de transdução. A componente de laboratório é avaliada através do trabalho desenvolvido (40%), com elaboração de uma monografia e modelo associado ao instrumento óptico em estudo. Apresentação oral sobre o sensor que foi estudado pelos alunos (20%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL Presentation of the basic and systematic THEORY-PRACTICE Individual work with the support of teachers LABORATORY PRACTICE Use and evaluation of optical sensors in lab environment. Characterization of the critical properties of the instrument with regard to the process of measurement. Written exam (40%) based upon the discussion of a technical paper describing one sensor and one transducing physical process. The laboratorial component weights 40% of the final grade, with the elaboration of a monography

themed by the studied instrument, with the production of a numerical model representing the most important performance issues of that instrument. All students have to do an oral presentation of their case study (20%).

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

A metodologia utilizada permitirá aos estudantes abordar os temas desenvolvidos na disciplina de uma forma integrada habilitando-os a tornarem-se autónomos no seu programa de doutoramento. A forte componente a nível da aplicação e de engenharia pretende aproximar os alunos às técnicas de laboratório e à avaliação dos dispositivos sensores, sem esquecer a forte componente de física associada à descrição fenomenológica e caracterização dos processos físico associados.

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

The methodology will allow students to address the issues developed in the course in an integrated manner enabling them to become independent in their PhD research. The strong practical component and application oriented nature of these lectures allows students to get acquainted with sensing techniques, with strong accent on the physical processes underneath.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Handbook of Optical Sensors; Edited by José Luís Santos, Faramarz Farahi; CRC Press, 2015. Jorg Haus, Optical Sensors: basics and applications, 2010 WILEY-VCH Fraden J, Handbook of Modern Sensors - Physics, Designs, and Applications (3^a ed, Springer, 2004) Webster J G, The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook (CRC, 1998)

Mapa X - Processamento Estatístico de Sinais / Statistical Signal Processing

6.2.1.1. Unidade curricular:

Processamento Estatístico de Sinais / Statistical Signal Processing

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

José António Soares Augusto - 0h - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Ampliar os conhecimentos dos alunos em Processamento de Sinal, de forma a poderem lidar com sinais estocásticos e estimação óptima.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To enlarge student's knowledge in Signal Processing, in order they be able to deal with stochastic signals and optimal estimation.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Sinais e processos estocásticos discretos. 2. Modelação de sinais. 3. Filtros óptimos: de Wiener e de Kalman. 4. Estimação espectral. 5. Introdução aos filtros adaptativos.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Signals and stochastic processes in discrete time. 2. Modeling of signals. 3. Optimum filters: Wiener and Kalman. 4. Spectral estimation. 5. Introduction to adaptive filters.

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

Os domínios de acção do Engenheiro Físico amiúde incluem o desenvolvimento, adaptação ou utilização adequada de instrumentos (sensores, electrónica analógica, processamento digital) em sistemas de medida, de processamento ou de controlo complexos. Na área genérica da Instrumentação, este programa doutoral pretende dotar os alunos de noções avançadas de matérias essenciais à Instrumentação, concretamente de

técnicas de processamento estatístico de sinais. Em função da formação anterior e do plano de trabalhos individual, cada estudante será orientado para aspectos específicos da área de forma a consolidar e ampliar, a um nível avançado, conhecimentos adquiridos nos ciclos precedentes.

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

The practical activity of the Physical Engineer often includes the development, adaptation or use of instruments (sensors, analog electronics and digital processing) in measurement, processing or control of complex systems. The objective of this PhD program, rooted in the general area of Instrumentation, is to provide to the PhD candidates advanced concepts of topics essential to Instrumentation, in particular in the area of statistical signal processing. Depending on previous training and on the individual work plan, each student will be guided to acquire, or improve, knowledge in specific subjects in order to consolidate, to an advanced level, the skills already mastered in previous cycles.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas ou teórico/práticas e realização de um projecto. 20~25 horas de contacto com o docente no módulo; sessões de laboratório baseadas em Matlab, Octave ou programas similares. Avaliação contínua e através de exame individual.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and theoretical/practical sessions, and development of a project. A total of 20~25 hours of contact with the teacher; laboratory sessions based in Matlab, Octave or in similar software. Grading will be based on an individual written exam and on continuous assessment.

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

As metodologias de ensino e de avaliação propostas estão adaptadas à maturidade cultural e intelectual esperada para os candidatos a Doutores e foram definidas em sintonia com os objectivos da disciplina, que consistem em fornecer-lhes conhecimentos essenciais das áreas da Instrumentação e do Processamento de Sinal.

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

The envisaged teaching and assessment methodologies are well adapted to the cultural and intellectual maturity expected from prospective PhD students, and were defined in order to provide them with essential knowledge in the areas of Instrumentation and Signal Processing.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

M. Hayes, "Statistical Digital Signal Processing and Modeling", Wiley, 1996. D. F. Mix, "Random Signal Processing", Prentice-Hall, 1995. J.L. Speyer, W.H. Chung, "Stochastic Processes, Estimation and Control", SIAM, 2008.

Mapa X - Técnicas Nucleares com Feixes de Iões / Ion beams Nuclear Techniques

6.2.1.1. Unidade curricular:

Técnicas Nucleares com Feixes de Iões / Ion beams Nuclear Techniques

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

Daniel Galaviz Redondo - 0h - unidade curricular não ativa em 2015/2016

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Obtenção de conhecimentos sólidos sobre técnicas nucleares baseadas em feixes de iões, aplicadas na caracterização de materiais avançados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Provide the students with a solid understanding of the fundamentals of ion beam nuclear techniques applied to nuclear reactions and advanced materials characterization.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

. Implantação iónica 2. Retrodispersão de Rutherford 3. Análise com Reações Nucleares.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Ion Implantation 2. Rutherford Backscattering 3. Nuclear Reaction Analysis.

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

A alteração de materiais e superfícies por feixes de iões está na base da indústria dos micromateriais, e todos os engenheiros físicos devem possuir conhecimentos adequados a entender que tipos de funções podem ser implementadas e com que tecnologias.

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

The modification of materials and surfaces is a key process of micromaterials industry. All Physical Engineers should be aware of the physical bases of such technologies in order to understand materials functional properties and the supporting technologies.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA Aulas teóricas TEÓRICO-PRÁTICA NA PRÁTICA LABORATORIAL Práticas laboratoriais (principalmente no laboratório LATR, CTN/IST) Apresentação e discussão de um trabalho final para avaliação

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL Theoretical lectures THEORY-PRACTICE NA LABORATORY PRACTICE Laboratory practical work (mainly at the laboratory LATR, CTN/IST) Presentation and discussion of a final work.

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

As aulas teóricas serão aulas de exposição sobre o temas propostos onde são apresentados os conceitos, os modelos existentes e os desenvolvimentos recentes, discutidos exercícios e análises de artigos realizados individualmente pelos estudantes, sob proposta do(s) docente(s) envolvido(s). Estas aulas são complementadas com aulas práticas de laboratório onde os estudantes são confrontados com a realidade das experiências e os fundamentos físicos que as suportam, o que lhes permite complementar e consolidar os conceitos adquiridos, e ganhar competências na compreensão e utilização de equipamento sofisticado, na preparação de experiências específicas para aquisição da informação pretendida sobre os sistemas a estudar, no controlo das experiências e dos erros associados, e ainda na análise e interpretação dos dados obtidos com base nos modelos existentes. A maior parte das aulas práticas serão realizadas nos aceleradores do Campus Tecnológico e Nuclear, no âmbito de um protocolo com esta instituição. O conjunto das metodologias de ensino e de avaliação permite a consolidação dos conhecimentos adquiridos, tanto teóricos com práticos, ao mesmo tempo que introduz os estudantes ao trabalho de investigação científica e à actividade operacional.

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

Nuclear techniques play an important role to develop and operate large operational and scientific infrastructures, as well as to develop and characterize new materials, by providing probes (ionic, neutronic, nuclear) extremely sensitive to the states of matter. The nuclear devices, instrumentation, technologies and engineering are quite specific, and are relevant for industry, national and international organizations (large accelerators) making science or providing energy (reactors based on nuclear fission). Most of the practical sessions will be held at the accelerators facility of the Nuclear and Technological Campus, within a protocol with this institution. In the general context of the new and advance materials – niche activity although a very noble activity for a Physical Engineer - this module contributes primarily to the students' knowledge of different nuclear physical techniques applied to materials characterization. It prepares students to work in the characterization of materials, either as a main activity or as a complement to the growth of advanced materials. It will provide them with a solid background should they wish to pursue graduate work in this area, either at operational or research level.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

G. F. Knoll, Radiation detection and Measurement, John Wiley, 2011 G. Schatz, A. Weidinger, Nuclear

Condensed Matter Physics, John Wiley, 1996 T.L. Alford, L.C. Feldman, J.W. Mayer, Fundamentals of Nanoscale film Analysis, Springer, 2007

Mapa X - Tópicos Avan.de Controlo e Arquitet. de Sist. de Instrum./Advanc. Top. of Instrum. Control Architec.

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tópicos Avan.de Controlo e Arquitet. de Sist. de Instrum./Advanc. Top. of Instrum. Control Architec.

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

José António Soares Augusto - 56h

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

Não existem outros docentes envolvidos

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

Para atingirem um desempenho óptimo, os sistemas tecnológicos modernos implementam controladores sofisticados que modificam os parâmetros intrínsecos do sistema global de forma a satisfazer requisitos de projecto económicos e técnicos. Os alunos estudam técnicas avançadas de projecto de controladores. Os controladores são transversais a todas as áreas tecnológicas e o seu estudo é uma mais-valia para a formação avançada em Ciências e em Engenharia. Presume-se que os alunos já foram expostos às técnicas fundamentais do Controlo que, no entanto, são revistas. Os alunos desenvolvem competências de modelação e de simulação de sistemas reais com ferramentas computacionais (Matlab, Octave, Scilab), e de projecto, usando técnicas avançadas do controlo moderno: realimentação multi-variável, colocação de pólos, optimização de critérios de desempenho (controlo óptimo), controlo não linear e controlo adaptativo. É privilegiado o estudo das implementações com controladores digitais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Modern systems use sophisticated control techniques to guarantee the specified performance levels, even when operating in very noisy environments. Control loops modify internal key parameters of the global system to suit design specifications, either technical or economical. Students learn modern techniques for the design of control systems. These are pervasive to all areas of technology and their knowledge is an asset for the advanced education of Scientists and Engineers. It is assumed that the students already know the basic techniques of control. The students develop skills on modeling and simulation of real systems with computer tools (Matlab, Octave, Scilab), and on designing control systems using advanced techniques: multivariable feedback, pole placement, optimal control, nonlinear control, adaptive control. The implementation of digital controllers is highlighted.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Revisão das técnicas matemáticas em Controlo. 2. Revisão dos requisitos e das técnicas básicas na análise e projecto de controladores. 3. Projecto de controladores digitais. 4. Implementação com microcontroladores ou com DSPs. 5. Controlo multivariável e colocação de pólos. 6. Controlo óptimo. 7. Controlo não linear. 8. Controlo adaptativo.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Review of mathematical techniques in Control. 2. Review of basic design specifications and techniques of controllers. 3. Design of digital controllers. 4. Implementation with microcontrollers or with DSPs. 5. Multivariable control and pole collocation. 6. Optimal control. 7. Nonlinear control. 8. Adaptive control.

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

Os domínios de acção do Engenheiro Físico amiúde incluem o desenvolvimento, adaptação ou utilização adequada de instrumentos (sensores, electrónica analógica, processamento digital) em sistemas de medida, de processamento ou de controlo complexos. Na área genérica da Instrumentação, este programa doutoral pretende dotar os alunos de noções avançadas de matérias essenciais à Instrumentação, concretamente de técnicas avançadas de Controlo de Sistemas. Em função da formação anterior e do plano de trabalhos individual, o estudante será orientado para aspectos específicos da área de forma a consolidar e ampliar, a um nível avançado, os conhecimentos dos ciclos precedentes.

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

The practical activity of the Physical Engineer often includes the development, adaptation or use of instruments (sensors, analog electronics and digital processing) in measurement, processing or control of complex systems. The objective of this PhD program, rooted in the general area of Instrumentation, is to provide to the PhD candidates advanced concepts of topics essential to Instrumentation, in particular in the area of the Control of Systems. Depending on previous training and on the individual work plan, each student will be guided to acquire, or improve, knowledge in specific subjects in order to consolidate, to an advanced level, the skills already mastered in previous cycles.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA 2 horas por semana TEÓRICO-PRÁTICA 1 hora por semana PRÁTICA LABORATORIAL 2 horas por semana AVALIAÇÃO Contínua e através de exame individual.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

THEORETICAL 2 hours each week THEORY-PRACTICE 1 hour each week LABORATORY PRACTICE 2 hours each week EVALUATION Based on an individual written exam and on continuous assessment.

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

As metodologias de ensino e de avaliação propostas estão adaptadas à maturidade cultural e intelectual esperada para os candidatos a Doutores e foram definidas em sintonia com os objetivos da disciplina, que consistem em fornecer-lhes conhecimentos essenciais das áreas da Instrumentação e do Controlo.

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

The envisaged teaching and assessment methodologies are well adapted to the cultural and intellectual maturity expected from PhD candidates, and were defined in order to provide them with essential knowledge in the areas of Instrumentation and Control.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

C. T. Chen, "Analog and Digital Control System Design", Saunders/HBJ, 1993. K. Astrom, B. Wittenmark, "Computer-controlled Systems (3rd. Ed.)", Prentice-Hall, 1996 (or Dover reprint.) K. Astrom and B. Wittenmark, "Adaptive Control (2nd. Ed.)", Prentice-Hall, 1994 (or Dover reprint). B. Friedland, "Control System Design: An Introduction to State-Space Methods", Dover, 2005. J.J Slotine, W. Li, "Applied Nonlinear Control", Prentice-Hall, 1991. D. Kirk, "Optimal Control Theory: an Introduction", Dover, 2004.

6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem

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

A maior parte das disciplinas do Curso de Formação Avançada (CFA) são realizadas em regime tutorial, com um intenso acompanhamento do docente responsável. Sendo quase todas de 2 ECTS, são UC's focadas em aspectos específicos, que garantem algum conhecimento operacional ou aumentam a cultura geral científica em tópicos relevantes.

A maior parte dos créditos é todavia alocada ao trabalho de doutoramento, e o modelo é, como não podia deixar de ser, de "formação em exercício".

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

Most of the topics of the Curso de Formação Avançada (CFA) are tutorial-like, with strong involvement of the researcher in charge of the topic. Most of them have 2 ECTS, either focused on specific and operational contents, or aimed to improve the general scientific culture of the student.

Most of the PhD credits are, nevertheless, allocated to the research on the theme of the thesis and the methodology is, obviously, "on-the-job training", as anywhere in the world for PhD preparation.

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

Não existem mecanismos desta natureza num programa de doutoramento.

A verificação está concentrada nas provas públicas anuais nos momentos do Seminário de Investigação e dos três Seminários Doutorais, que permitem avaliar a evolução do estudante e a ocorrência de eventuais situações problemáticas ou de ineficácia.

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

There are no such mechanisms in a PhD program.

Verification is restricted to the yearly public exams associated to the Research Seminar and to the three Doctoral Seminars, which allow to assess the evolution of the work and to pinpoint possible problematic situations or gross inefficiencies.

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

O acompanhamento tutorial assegura-o - ver 6.3.2.

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

The tutorial approach can ensure such goal - see 6.3.2.

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

Os estudantes passam a fazer parte de uma unidade de I&D a tempo completo, beneficiando de todos os eventos por ela organizados e dos contactos formais e informais com todos os seus elementos.

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

Students are full time immersed within the research units. They therefor benefit from all the organized scientific events and from the formal and informal contacts with all its researchers.

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 | 0 | 0 | 1 |
| N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years* | 0 | 0 | 1 |
| 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 | 0 | 0 | 0 |

Perguntas 7.1.2. a 7.1.3.

7.1.2. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respetivas unidades curriculares.

Não aplicável, O doutoramento não está organizado em áreas científicas distintas.

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

Not applicable. The doctoral programme is not organized by scientific areas.

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

A avaliação geral de cada ano lectivo é garantida no momento do Seminário de Investigação (1º ano) e nos Seminários Doutorais I, II e III (anos seguintes). São provas públicas perante um júri, através das quais se avalia o progresso no ano e em que participa sempre o Coordenador.

Em particular, no 1º ano, o Seminário de Investigação apenas ocorre depois de concluídas as UC do plano de estudos do aluno, o que permite avaliar o desempenho do estudante nas UC's previstas no seu Curso de Formação Avançada, bem como identificar problemas em UC's - ou em estágios ou acções realizadas noutras instituições e sujeitas a creditação, nos termos regulamentares - que possam ser mitigados ou ultrapassados.

Um acompanhamento mais fino ocorre através do Orientador ao longo do 1º ano, com intervenção do Coordenador sempre que necessário,

Sobre a Tabela 7.1.4 (que se segue): o 1º PhD saiu em 22-12-2015. Sabe-se que será aberto concurso em Metrologia a que este doutorado pode concorrer.

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

In each year, a general assessment is performed at the Seminário de Investigação (year 1) and Doctoral Seminars I, II and III (in years 2, 3 and 4). These are public seminars with a jury, to evaluate progress during the year. The Coordinator chairs the jury.

In year 1, the Research Seminar takes place after the finalization of all subjects of the work program of the student. This is also the moment to take note of student's performance and also of any peculiar situation that may have taken place before, in order to take preventive measure for the future. The same applies to courses or additional actions taking place at other institutions, to be credited according to university regulations.

A more detailed follow-up is Supervisor's responsibility, the Coordinator being always available for more institutional actions to mitigate or solve problems affecting students' performances.

On 7.1.4 (following): 1st PhD awarded on 22-12-2015. A position will be open for metrology shortly.

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).

As seguintes unidades de I&D do Departamento de Física (DF) - avaliadas e financiadas pela FCT no último concurso - acolhem e garantem a orientação de estudantes:

- IA - Institute of Astrophysics & Space Sciences (Excelente)
- BIOISI - Biosystems & Integrative Sciences Institute (Excelente)
- CFTC - Centre of Theoretical & Computational Physics (sem intervenção) (Muito Bom)
- IBEB - Institute of Biophysics & Biomedical Engineering (Muito Bom)
- LIP - Laboratório de Instrumentação e Partículas - unidade de I&D autónoma, com investigadores da FCUL (Muito Bom)
- CENTRA-CIÊNCIAS - unidade IST, com pólo na FCUL (Muito Bom).

Refiram-se ainda:

- LOLS - Lab de Óptica, Lasers e Sistemas - ao qual pertence o Coordenador do doutoramento, também investigador do IA - Unidade de Transferência de Conhecimento e Tecnologia dos departamentos de Física, e de Química e Bioquímica.
- CeFEMA - unidade IST no domínio dos materiais e superfícies, sem pólo na FCUL

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

The following R&D units associated to the Physics Department receive and supervise PhD students - all these units were evaluated and funded by FCT in the last evaluation exercise:

- IA - Institute of Astrophysics & Space Sciences (Excelent)
- BIOISI - Biosystems & Integrative Sciences Institute (Excelent)
- IBEB - Institute of Biophysics & Biomedical Engineering (Very Good)
- CFTC - Centre of Theoretical & Computational Physics (minor intervention) (Very Good)
- LIP - Instrumentation & Particles Laboratory - autonomous unit, although with researchers from FCUL (Very Good)
- CENTRA-CIÊNCIAS - unit of IST, with a pole at FCUL (Very Good).

Also added:

- LOLS - Lab of Optics, Lasers and Systems - the Coordinator being LOLS coordinator, while also being IA researcher - a Transfer of Knowledge and Technology Unit of the departments of Physics, and Chemistry and Biochemistry.
- CeFEMA - IST R&D FCT unit, without FCUL pole, in the field of materials and surfaces

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

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/83ef7222-57c3-3c1f-f9c3-564f225899b2>

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

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/83ef7222-57c3-3c1f-f9c3-564f225899b2>

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

Este programa teve até à data 10 alunos. O 1º doutoramento apenas foi concedido em 22-12-2015. Alguns dos temas de tese possuem de facto uma perspectiva de valorização económica ou foram inspirados por projectos conjuntos com envolvimento significativo de empresas. Exemplos:

CONSERVAÇÃO E RESTAURO - A empresa financiadora tem ganho projectos de prestação de serviços com base no conhecimento acumulado ao longo desta tese.

GESTÃO DE DADOS EM SISTEMAS DE INSTRUMENTOS - Este know-how pode ser rentabilizado numa área de nicho de relevância para instalações científicas e industriais complexas.

SERVIÇOS DE MONITORIZAÇÃO DIMENSIONAL - no domínio das infraestruturas de eng^a civil de grande dimensão.

MÓDULOS FOTÓNICOS PARA SISTEMAS DE METROLOGIA - Sistemas laser com estabilidade controlada e dimensões reduzidas.

INSTRUMENTAÇÃO PARA NANO-TECNOLOGIAS - Variantes de microscópio de força atómica de baixo custo e potencial de customização.

EMPRESAS: Efacec, Thales-Alenia, ArcheoFactu, EDISOFT

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

This programs received 10 students, so far The 1st PhD was awarded in 22-12-2015. Some of the PhD subjects do have an economic impact or have been inspired by projects with relevant leadership or participation of companies:

CULTURAL HERITAGE - The funding company has been awarded new projects to provide services based on the know-how accumulated with this thesis.

DATA MANAGEMENT FOR INSTRUMENTATION SYSTEMS - This know-how can be used in a niche area for complex scientific and industrial facilities.

SERVICES OF DIMENSIONAL MONITORING - dimensional monitoring services in the field of large infrastructures.

PHOTONIC MODULES FOR METROLOGY SYSTEMS - Laser systems with controlled stability, and small size.

INSTRUMENTS FOR NANO-TECHNOLOGY - atomic force microscope variants for low cost and potential customization.

COMPANIES: Efacec, Thales-Alenia, ArcheoFactu, EDISOFT

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

Alguns dos temas de doutoramento tiveram a sua génese em projectos nacionais e internacionais concretos:

INTERNACIONAIS:

CERN - "ATLAS Cooperation" (vários), "CLOUD Cooperation".

ESA - "High accuracy absolute long distance metrology", "Estabilização de lasers de semicondutores de modos bloqueados para metrologia de distância no espaço", "Frequency Shift Interferometry Metrology", "Microchip Q-Switch Lasers".

CNRS - "Analytical study of Bronze Age Egyptian gold jewellery".

ESRF - "FFM - Force Feedback Microscopes".

NATO - "SAFEPORT, Technologies for safe harbours".

NACIONAIS:

FCT - "AuCORRE, A ourivesaria em ouro do Ocidente Peninsular Atlântico", "Optical Fiber Optics Sensors".

OUTRAS PARCERIAIS:

LNEC (PT), Escola Naval da Marinha, EDISOFT, EFACEC.

Karlsruhe Inst. of Technology (G), Military University of Warsaw (P), CNRS (Fr).

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

Some of the PhD subjects have been inspired by outcomes of national or international projects:

INTERNATIONAL:

CERN - "ATLAS Cooperation" (several), "CLOUD Cooperation".

ESA - "High accuracy absolute long distance metrology", "Mode-locked semiconductor lasers stabilization for space distances metrology", "Frequency Shift Interferometry Metrology", "Microchip Q-Switch Lasers".

CNRS - "Analytical study of Bronze Age Egyptian gold jewellery".

ESRF - "FFM - Force Feedback Microscopes".

NATO - "SAFEPORT, Technologies for safe harbours".

NATIONAL:

FCT - "AuCORRE, A ourivesaria em ouro do Ocidente Peninsular Atlântico, "Optical Fiber Optics Sensors".

OTHER PARTNERSHIPS:

LNEC (PT), Escola Naval da Marinha, EDISOFT, EFACEC.

Karlsruhe Inst. of Technology (G), Military University of Warsaw (P), CNRS (Fr).

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

A monitorização contínua das actividades de um doutorando é da responsabilidade do seu orientador, que deve garantir, em contínuo, a minimização do risco e a exploração das pistas mais promissoras para resolução de problemas e para soluções mais inovadoras e de maior impacto. Deste modo se ajudam os estudantes e se criam condições para a evolução científica de jovens supervisores em início de carreira.

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

It is Supervisor's responsibility to continuous monitoring the activities of his PhD students, in order to reduce technological and costly risks, to help researching on the most promising clues, on overcoming problems and on the generation of promising and innovative results. This not only helps students but also creates conditions for the scientific consolidation of younger supervisors, beginning their careers.

7.3. Outros Resultados

Perguntas 7.3.1 a 7.3.3

7.3.1. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada na(s) área(s) científica(s) fundamental(ais) do ciclo de estudos.

Os resultados da I&D de investigadores ligados ao curso, assim como os materiais pedagógicos criados, têm sido usados em palestras oferecidas a instituições de educação e em acções de formação no âmbito de cursos ministrados por outras universidades ou dirigidos à comunidade.

O envolvimento científico no desenvolvimento da próxima geração de telescópios e instrumentação associada, levou a um envolvimento crescente da indústria nacional, quer a nível de SW como a nível de HW, fomentando o desenvolvimento tecnológico colaborativo.

Em particular, várias das iniciativas do Ano Internacional da Luz (2015) foram profusamente ilustradas por temas de fotónica associadas às actividades deste ciclo de estudos.

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

The results of R&D by researchers involved in this study cycle, as well as the teaching media produced, have often been featured in lectures offered to educational institutions and in training programs within study cycles taught in other institutions and general public.

The scientific involvement in the development of the next generation of telescopes and associated instrumentation has led to a growing technological involvement by portuguese industries, both at the SW and the HW level, thus leading to increasing collaboration in technological development activities.

In particular, many activities of the International Year of the Light (2015) benefited from examples associated to the activities in photonics somehow linked to the PhD program.

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

A formação avançada contribui para o capital científico. A interacção com empresas e instituições de educação (a todas as escalas) é um contributo para o desenvolvimento das capacidades científicas em física e aplicações decorrentes.

A atividade de I&D associada a este ciclo de estudos contribuiu para o aumento do interesse de empresas no sector do Espaço, prioridade para a Europa e para Portugal, incluída na estratégia nacional de I&D&I para uma Especialização Inteligente no tema "Automóvel, Aeronáutica e Espaço", que refere a importância da "participação mais ativa nos programas da ESA e da UE e o desenvolvimento das ligações com a base industrial construída" e na "maximização da exploração das potencialidades de investigação e de inovação das

Agências Europeias (ESA e ESO) com endogeneização tecnológica e apoio ao empreendedorismo". As mesmas referências se podem encontrar na "RIS3 (2014-2020)".

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

Advanced training impacts positively on scientific capabilities. Interaction with companies and educational institutions (at all scales) provides a contribution to the development of scientific capabilities in physics and derived applications.

The R&D activities associated with this study cycle contributes to the increase of interest of companies in the space sector, a priority at the EU and National level. In particular, this activity is in line with the "National Strategy for Research and Innovation for a Smart Specialisation", topic "Automotive, Aeronautics and Space", which explicitly referst to a "more active participation in ESA and EU programs and the development of links with industry" and "increased exploitation of the potential for research and innovation of the European agencies (ESA and ESO) with technological endogenization and support to entrepreneurship". The same references can also be found in the "Smart Specialisation (2014-2020) Strategy.

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

Ciências divulga indicadores e publicações para se promover e apresentar os seus cursos, para que todos possuam informações atualizadas sobre o acesso, funções, empregadores e saídas profissionais dos seus cursos.

No caso de 3º ciclos, a divulgação depende dos resultados inovadores obtidos pelas unidades de I&D, bem como pela presença na comunicação social dos seus investigadores mais dinâmicos ou que trabalhem em domínios apelativos, tais como os associados a organizações internacionais (ESA, ESO, CERN, ESRF, ...), clientes de tecnologia para satélites, telescópios, detectores nucleares e, em geral, de instrumentação de base física.

O doutoramento beneficia da divulgação feita pelo programa doutoral FCT em Eng^a Física (DAEPHYS) (em cooperação com três outras universidades) que todos os anos abre concursos para atribuição de bolsas de doutoramento no domínio da Eng^a Física. A imagem de Ciências é veiculada através da qualidade das propostas de tese dos seus docentes e do seu CV.

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

FCUL produces indicators and publications to promote itself and present its study programs. All have at their disposal a set of updated information of access, functions, employers and career opportunities of its courses.

In what concern PhD programs, dissemination depends more on the innovative results generated by R&D units, as well as the disclosure of dynamic scientists and appealing results on the news. Such is the case on whatever concerns international organizations (ESA, ESO, CERN, ESRF, ...), which are clients of technologies for satellites, telescopes, nuclear detectors and general-purpose physical instrumentation.

This program also benefits form the dissemination made by the DAEPHYS FCT doctoral program (a cooperation with three other universities) to yearly fund a number of PhD grants in Physical Engineering. The image of FCUL is enhanced through the quality of the PhD proposals and CV's of the potential thesis supervisors.

7.3.4. Nível de internacionalização

7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

| | % |
|---|----|
| Percentagem de alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Percentage of foreign students enrolled in the study programme | 0 |
| Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in) | 0 |
| Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Percentage of students in international mobility programs | 10 |

| | |
|---|---|
| (out) | |
| Percentagem de docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Percentage of foreign teaching staff (in) | 0 |
| Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of teaching staff in mobility (out) | 0 |

8. Análise SWOT do ciclo de estudos

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

1. *Doutoramento apoiado em duas unidades de I&D (Excelente) em domínios de grande visibilidade - sistemas astrofísicos e espaciais, e sistemas biológicos (esta última introduzindo a instrumentação física aplicada à biologia) - e as demais com a classificação de Muito Bom. Os objectivos de I&D dos seus projectos podem enquadrar teses de doutoramento, e os seus fundos co-financiar os estudantes.*
2. *Use instrumental do programa doutoral FCT DAEPHYS para actuar a nível nacional e internacional, o que pode ainda ser potenciado por oportunidades de instrumentação para física nuclear e de partículas (via colaboração IDPASC) e para espaço e astrofísica (via colaborações com o CAUP e com o CENTRA).*
3. *Reconhecida intervenção tecnológica e de engenharia em projectos de organizações internacionais - ESA, ESO, CERN, ESRF, NATO, EDA, ... – cujos programas geram temas e oportunidades em sistemas e tecnologias ambiciosas.*
4. *Clarificação da arquitectura de unidades de I&D do Departamento de Física, com impacto nas soluções de formação avançada. A reorganização foi síncrona com a estabilização da procura da física na FCUL (1º ciclo), em Engª Física, Engª Biomédica, Astronomia & Astrofísica e Física.*
5. *Colaborações institucionais relevantes em metrologia e qualidade (IPQ, LNEC).*
6. *Existência no Departamento de Física de domínios com número significativo de profissionais doutorados em Física Tecnológica / Engenharia Física / Física Aplicada / Engenharia Óptica - no domínio das tecnologias e engenharia óptica, fotónica, opto-mecânica, metrologia e instrumentação - experientes na abordagem de problemas sob especificações externas, em contextos (tecnologias e sistemas) altamente competitivos, quer industriais, quer de organizações internacionais.*

8.1.1. Strengths

1. *This PhD program is supported by two “Excellent” R&D units in areas of high visibility - astrophysics & space systems, and biological systems (with needs of physical instrumentation for biological sciences) - and by “Very Good” R&D units. Research objectives of their projects can partially be achieved with PhD thesis; in addition some projects may actually cofund PhD students.*
2. *Effective participation in the doctoral program DAEPHYS, a tool to act nationally and internationally in Physical Engineering. Opportunities for physical instrumentation may also arise from other collaborations: IDPASC (nuclear and particle physics) and CAUP and CENTRA (space and astrophysics instrumentation).*
3. *Intense and recognized participation at Physical Engineering levels, technology and engineering, in projects of international organizations - ESA, ESO, CERN, ESRF, NATO, EDA – that inspire PhD topics and opportunities in challenging technologies or systems.*
4. *Clarification of the R&D architecture of the Physics Department, with a positive impact on advanced training solutions. This reorganization was synchronous with the stabilization of the demand on Physics (1st cycle), in Physical Engineering, Biomedical Engineering, Astronomy & Astrophysics and Physics.*
5. *Relevant institutional collaborations in metrology and quality (with IPQ, LNEC).*
6. *Existence in the Physics Department of areas with significant numbers of professionals and PhD's in Technological Physics / Engineering Physics / Applied Physics / Optical Engineering - particularly with regard to technology and optical engineering, photonics, opto-mechanics, metrology and instrumentation - experienced in addressing problems under external specifications in the context of industry or international organizations, which procure, competitively, the technology and systems they need.*

8.1.2. Pontos fracos

1. *[IDENTIDADE] Dispersão dos docentes e estudantes envolvidos em EF por unidades de I&D distintas, às vezes concorrentes, historicamente não co-localizadas (Campo Grande, Ajuda, I3, Lumiar), tornando mais lenta a consolidação da identidade do programa. Estes factores atrasaram a consolidação de uma identidade comum aos intervenientes em tecnologias e processos de engenharia física - transversais aos vários domínios de I&D – e a consensualização de uma estratégia para o desenvolvimento/operação de infra-estruturas laboratoriais comuns.*
2. *[CONTEXTOS] Na Física, a reorganização do sistema de unidades de I&D – para além das aposentações e dificuldades de contratação - foi profunda e conduziu à perda de visibilidade de áreas que, historicamente, sempre foram desenvolvidas na FCUL - física nuclear e radiações ionizantes.*
3. *[EMPREENDEDORISMO] Carece de reforço a formação orientada para o empreendedorismo e conceitos de inovação, para o conhecimento das empresas e da realidade económica, bem como o reforço da postura pragmática típica do profissional de engenharia e assunção de desafios no domínio da inovação.*
4. *[PROMOÇÃO] Reduzida capacidade institucional e do Departamento de Física em divulgar com eficácia os seus programas de doutoramento.*
5. *[FINANCIAMENTO] A FCUL não encontrou ainda uma forma eficaz e realista de envolver os alunos que sejam bolseiros dos projectos de I&D em programas de 3º ciclo, minimizando o impacto das propinas elevadas.*

8.1.2. Weaknesses

1. *[IDENTITY] Spatial dispersion of researchers and students directly involved in this program and their affiliation to different research units - sometimes competing and localized in different areas of Lisbon (Campo Grande, Ajuda, I3, Lumiar) - does not facilitate building up an identity for this PhD program, and delays the consolidation of a common organization of the technologies and physical engineering processes, and the emergence of consensus for the development of common laboratory infrastructure and operations.*
2. *[CONTEXTS] In physics, the reorganization of the system of R&D unit – in addition to staff scarcity due to leave by retirement and hiring difficulties - was severe and led to the loss of visibility of areas that historically have always been cherished at FCUL, such as nuclear physics and ionizing radiation.*
3. *[ENTREPRENEURSHIP] Training must be enhanced and improved in the following areas: entrepreneurship and innovation concepts, understanding of the business and economic reality, enhancing the typical pragmatic attitudes of engineering professionals, endorsing challenges in innovation.*
4. *[PROMOTION] Reduced institutional success to ensure public awareness of FCUL (and Physics) PhD programs.*
5. *[FUNDING] FCUL has yet to find a reasonable, legal and efficient way to associate its students (holders of a research scholarship) to its PhD programs, while reducing the impact of high PhD tuition fees.*

8.1.3. Oportunidades

1. *Programa doutoral DAEPHYS e colaboração IDPASC, articulação com outras escolas, federação da procura por estudantes nacionais e internacionais.*
2. *Muitos problemas interdisciplinares com necessidades potenciais de instrumentação de base física no contexto das escolas da ULisboa, exigindo todavia uma postura pró-activa dos investigadores do Departamento de Física.*
3. *Utilização pró-activa da figura de bolsas de doutoramento em ambiente empresarial, orientadas para a resolução de problemas industriais e/ou montagem de processos de nível tecnológico mais elevado e com maior potencial de utilização económica.*
4. *Consolidação da intervenção em organizações internacionais de C&T [ESA, ESO, CERN, SNO(+), ESRF, NATO, EDA, ...] levando a um maior número de oportunidades de teses de doutoramento. Tais participações são realizadas tipicamente em consórcio com laboratórios e empresas internacionais - actualmente já em número significativo - o que, com o tempo, viabilizará estágios de formação ou “runs” experimentais, em*

benefício dos doutorandos.

5. Abertura, pela primeira vez de um tópico de instrumentação espacial no Horizon 2020.

6. Evolução lenta – mas progresso – na organização nacional da rede de Metrologia, que pode gerar mais actividades a nível de doutoramento.

7. A maior competitividade nos lugares de emprego científico e a redução geral do número de oportunidades de emprego, podem levar desempregados ou recém-mestres a procurar reforçar qualitativamente as suas habilitações no domínio da engenharia e tecnologias físicas.

8. A criação de novas infra-estruturas europeias e nacionais de investigação (rede ESFRI e rede nacional), com as suas necessidades de implementação e de operação, aumenta as oportunidades para Engenheiros Físicos.

9. A articulação da oferta formativa entre a FCUL e o IST no domínio da Engenharia Física (2º e 3º ciclos) pode gerar oportunidades muito relevantes, logo que este tema entre na agenda comum das duas instituições.

8.1.3. Opportunities

1. The PhD program DAEPHYS and the IDPASC collaboration, that enable coordination with other schools and the federation of demand for domestic and international students.

2. Many interdisciplinary problems, which potentially need physically based instrumentation, can now be found in the wider context of the ULisboa, requiring, however, a quite proactive attitude of researchers from the Physics Department.

3. More systematic use of FCT “PhD scholarships in business environment” naturally oriented to solving industrial problems and / or assembly of complex technological processes, which have a greater economical potential.

4. Consolidation of intervention in science and technology international organizations [ESA, ESO, CERN, SNO(+), ESRF, NATO, EDA, ...] leading to a greater number of opportunities for doctoral theses. Such activities are typically executed in partnership with a relevant number of laboratories and international companies; over time, we expect to generate opportunities for training courses or experimental “runs”, for the benefit of PhD students.

5. Opening, for the first space, of a topic on space instrumentation on Horizon 2020.

6. Slow evolution - but progress - in the national organization of the field of metrology, that can generate more activities at doctoral level.

7. Very high competitiveness in the scientific job market and the overall reduction of the number of job opportunities may drive unemployed or fresh post-graduates (at master level) to improve their skills by making a PhD in engineering and physical technologies.

8. The new generation of large research European and national infrastructures (ESFRI network or national network) need to be implemented and operated, bringing new opportunities for professionals in Engineering Physics.

9. The harmonization of FCUL and IST courses in the field of Engineering Physics (2nd and 3rd cycles) may generate significant opportunities, as soon as this subject enters into the common agenda of both.

8.1.4. Constrangimentos

1. Mantém-se a reduzida actividade económica nacional em actividades tecnologicamente intensivas bem como a retracção dos agentes económicos, o que atrasa o desenvolvimento e instalação de novos processos ou o financiamento de iniciativas orientadas para produtos tecnológicos inovadores.

2. É reduzido o número de empresas com capacidade para co-financiar doutorandos (e a I&D associada) em sistemas e tecnologias físicas e inexistentes mecanismos de financiamento que permitam aos alunos a realização de estágios, especializações ou cursos em instituições/empresas no estrangeiro.

3. A cultura tecnológica divulgada pelos media associa quase exclusivamente “Tecnologias” a TIC’s (Tecnologias da Informação e Comunicação) e aos serviços baseados em TIC, não despertando nos jovens a curiosidade sobre as outras tecnologias físicas, que são críticas para a produção de bens transaccionáveis.

4. A consolidação das áreas da física ao nível da ULisboa, com ofertas ainda não harmonizadas entre si, tem sido um processo moroso. Todavia, o status quo pode ser posto em causa por acontecimentos internos ou externos à Universidade.

5. A integração do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) no IST levou os seus investigadores (historicamente associados à FCUL e a este 3º ciclo) a integrar-se em estruturas do IST, dificultando a sua intervenção em programas da FCUL, o que afecta, em particular, os domínios da física nuclear e dos materiais. Considera-se ser possível o restabelecimento de um novo e saudável equilíbrio baseado na mobilidade dos investigadores.

8.1.4. Threats

1. The persistent fragile economic activity in technologically intensive activities and lack of funding capability of economic agents are still delaying the development and implementation of new processes or the funding of innovative product development initiatives.

2. Reduced number of companies with the capacity to fund PhD students (and associated R&D) in physical-based systems and technologies; no funding mechanisms allowing students to carry out internships, specializations or short courses in institutions / companies abroad.

3. The technological culture disseminated by media always associates "Technologies" the ICT (Information and Communication Technologies) and ICT-based services, not driving the curiosity for the other physical technologies that are critical for the production of other tradable goods.

4. The consolidation of physics within the ULisboa, with not yet harmonized programs in Physical Engineering, is still an on-going process. The status quo can be challenged by events, either internal or external to the University.

5. The integration of the Nuclear and Technological Institute (ITN) at IST, forced its researchers (historically associated to FCUL and to Physical Engineering) to integrate IST centers, hampering their participation in FCUL programs – this impacts, in particular, the fields of nuclear physics and materials. A new and healthy balance based on the mobility of researchers is certainly achievable but has not yet been re-established.

9. Proposta de ações de melhoria

9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

9.1.1. Ação de melhoria

1. IDENTIDADE

1.1 - Aumentar a coesão e a visibilidade das actividades de Engenharia Física, através do: a) reforço da organização e âmbito das Jornadas de Engenharia Física e a sua abertura ao exterior, designadamente às empresas, b) concentração em dois momentos das provas públicas associadas aos Seminários de Investigação e Seminários Doutorais.

1.2 – Fazer emergir temáticas “bandeira” deste 3º ciclo, reforçando a sua identidade, o que seria positivo para a promoção pública deste programa, não se excluindo todavia a exploração de outras temáticas como teses de doutoramento.

1.3 - Melhorar o conhecimento das oportunidades de I&D associadas e este programa junto dos finalistas dos diversos mestrados em Engenharia Física, procurando aumentar o número de candidatos.

1.4 - Fomentar a publicação de artigos, seminários, posters e apresentações dos estudantes em forma de “Proceedings de Eng^a Física”, em formato digital, de modo a estimular a escrita e a capacidade de publicação.

2. CONTEXTOS

2.1 - Reforço da participação da FCUL no LIP, através de uma nova relação institucional, de modo a reorganizar a formação e a investigação no domínio dos detectores para altas energias, e a reformatar as formas de

participação no CERN e noutras infra-estruturas internacionais de física de partículas.

2.2 - Pugnar pela mobilidade dos docentes e investigadores na ULisboa, recuperando valências e cooperações históricas no domínio dos materiais e das radiações nucleares, mas cujo arranjo institucional pós-fusão dificultou a formação em Engenharia Física e o acesso fácil a infra-estruturas laboratoriais nesses domínios.

3. EMPREENDEDORISMO

3.1 - Em "Inovação e Empreendedorismo", existem iniciativas ao nível da FCUL e da ULisboa – associadas a redes, Colégios e KIC's da ULisboa - de que este programa poderá beneficiar.

4. PROMOÇÃO

4.1 - Melhorar a visibilidade dos programas de doutoramento de Física, de forma integrada, para tentar captar alunos internacionais e de profissionais que apostem na sua evolução profissional.

4.2 - Tomar iniciativas no sentido de "federar", na FCUL, a "Gestão de Carreira" dos seus Doutorandos, necessidade comum a todos os seus programas de doutoramento.

4.3 – Realizar reuniões com empresas e workshops que aproximem as empresas deste programa, para divulgar as tecnologias e engenharias desenvolvidas nas diversas teses.

5. FINANCIAMENTO

5.1 – Identificar formas de suportar propinas de estudantes de doutoramento que sejam bolseiros de investigação, através das receitas dos projectos de I&D em que participam.

9.1.1. Improvement measure

1. IDENTITY

1.1 - Increase internal cohesion and visibility of the activities of Physical Engineering, through: a) strengthening the organization and scope of Physical Engineering Workshop, to improve outside awareness of the program; b) concentration of all public events associated with the Research Seminars and PhD Workshops in two periods.

1.2 – To identify a number of “flagship” themes to create an identity for this PhD program. Flagships will be useful to disseminate this program, while not excluding other themes as PhD proposals.

1.3 – To improve awareness of the R&D opportunities associated to this PhD program by the final year students of the masters' degree in Physical Engineering, striving to increase the number of candidates.

1.4 - To foster the publication of articles, seminars, posters and presentations of students in a "Proceedings of Engineering Physics", in a digital format, to stimulate students' writing and publishing capacity.

2. CONTEXTS

2.1 - To strength FCUL participation in LIP, with a new institutional arrangement, in order to reorganize the training and research in the field of detectors for high energy physics, and reformatting the forms of participation in CERN and in other international infrastructure of particle physics.

2.2 – Take advantage from the mobility of researchers within ULisboa to recover valences and historical cooperation in the fields of materials and nuclear radiation - in these areas the post-merger institutional arrangement undermined the training activities in Physical Engineering and the routine access to a large laboratory infrastructure.

3. ENTREPRENEURSHIP

3.1 - In "Innovation and Entrepreneurship", there are initiatives at FCUL and ULisboa – such as networks, “Colégios” and KIC's comprising innovation and entrepreneurship - this program may benefit from.

4. MARKETING

4.1 - Enhancing the visibility of all doctoral programs of the Physics Department, in an integrated manner.

4.2 - Take initiatives to "federate" in FCUL, the "Career Management" of its PhD students, a need which is shared by all its doctoral programs.

4.3 – To promote bilateral meetings with companies and industrial workshops to associate firms with this PhD program, therefore becoming aware of technologies and engineering developed by students and that may be useful for companies.

5. FUNDING

5.1 – Make internal (FCUL) proposals to reduce tuition fees of PhD students which have research scholarships, using resources made available by the R&D projects in which they participate.

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

1. IDENTIDADE

1.1 - Alta, 1 ano

1.2 - Média, 2 anos

1.3 - Baixa, 3 anos

1.4 - Média, 2 anos

2. CONTEXTOS

2.1 - Alta, 1 ano

2.2 - Média, 2 anos

3. EMPREENDEDORISMO

3.1 - Média, 3 years

4. PROMOÇÃO

4.1 - Alta, 1 ano

4.2 - Baixa, 3 anos

4.3 - Alta, 2 anos

5. FINANCIAMENTO

5.1 - Média, 2 anos

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

1. IDENTITY

1.1 - High, 1 year

1.2 - Medium, 2 years

1.3 - Low, 3 years

1.4 - Medium, 2 years

2. CONTEXTS

2.1 - High, 1 year

2.2 - Medium, 2 years

3. ENTREPRENEURSHIP

3.1 - Medium, 3 years

4. MARKETING

4.1 - High, 1 year

4.2 - Low, 3 years

4.3 - High, 2 years

5. FUNDING

5.1 - Medium, 2 years

9.1.3. Indicadores de implementação

1. IDENTIDADE

1.1 - Número de participantes

1.2 - Número de "momentos" para apresentações (Seminários)

1.3 - Número de "flagships" consensualizados

1.4 - Número de documentos

2. CONTEXTOS

2.1 - Novo protocolo com o LIP

2.2 - Número de investigadores envolvidos em mobilidade

3. EMPREENDEDORISMO

3.1 - Number of acções / unidades curriculares utilizadas pelos estudantes

4. PROMOÇÃO

4.1 - Redesenho do site dos doutoramentos no DF

4.2 - Proposta de termos de referência e de plano de implementação

4.3 - Número de eventos

5. FINANCIAMENTO

5.1 - Número de propostas iteradas com o Director

9.1.3. Implementation indicators

1. IDENTITY

1.1 - Number of participants

1.2 - Number of public presentation cycles (Seminars)

1.3 - Number of consensual "flagships"

1.4 - Number of documents

2. CONTEXTS

2.1 - New protocol with LIP

2.2 - Number of investigators in mobility

3. ENTREPRENEURSHIP

3.1 - Number of action or subjects attended by students

4. MARKETING

4.1 - New design of the site of PhD programs at the Physics Department

4.2 - Proposal with terms of reference and implementation plan

4.3 - Number of events

5. FUNDING

5.1 - Number of proposals worked with the Director

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

As UC's opcionais de 2 ECTS que viabilizam percursos modulares e personalizados, passam para 3 ECTS. Uma vez que a carga horária se mantém, esta alteração não acarreta mudança do serviço docente ou da logística, mas fica facilitada a constituição do CFA de cada aluno.

10.1.1. Synthesis of the intended changes

Optional subjects: from 2 to 3 ECTS; while still enabling modular and personalized pathways, it facilitates the establishment of CFA of students. As the contact hours are the same, there are no meaningful changes in teachers' service or logistics.

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

10.2. Novo plano de estudos

10.3. Fichas curriculares dos docentes

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