

NCE/09/01727 — Apresentação do pedido corrigido - Novo ciclo de estudos

Secção 1

Apresentação do pedido

Perguntas 1 a 4

1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:

Universidade De Lisboa

1.a. Descrição da Instituição de ensino superior / Entidade instituidora

Universidade De Lisboa

2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):

Faculdade De Ciências

2.a. Descrição Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):

Faculdade De Ciências

3. Ciclo de estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

3. Study cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

4. Grau:

Mestre

Perguntas 5 a 9

5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharia Física

5. Main scientific area of the study cycle:

Physics Engineering

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

300

7. Duração normal do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006):

10 semestres

7. Normal duration of the study cycle (art.º 3 DL-74/2006):

10 semesters

8. Número de vagas proposto:

20

9. Provas de ingresso (1.º ciclo e mestrados integrados):

07 Física e Química (F) e 06 Matemática

ou

07 Física e Química (Q) e 06 Matemática

9. Entry exams (1st cycle and integrated master):

Physics and Mathematics

Pergunta 10

Pergunta 10

10. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):

Não

10.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ... (se aplicável)

10.1. 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, or other forms of organization of alternative paths compatible with the structure of the study cycle (if applicable)

Ramos/Opções/... (se aplicável):

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

<sem resposta>

11. Estrutura curricular

Anexo I - N.A.

11.1. Ciclo de Estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

11.1. Study Cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

11.2. Grau:

Mestre

11.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

N.A.

11.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

N.A.

11.4. 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 Optativos* / Optional ECTS*
Informática	INF	6	6
Química	QUI	6	12
Estatística e Inv. Operacional	EIO	6	6
Economia	ECON	6	0
Formação Cultural, Social e Ética	FCSE	12	0

Matemática	MAT	24	6
Física	FIS	99	18
Engenharia	ENG	117	12

Perguntas 12 e 13

12. Regime de funcionamento:

Diurno

12.1. Se outro, especifique:

N.A.

12.1. If other, specify:

N.A.

13. Observações:

e.g. existência de parte escolar e dissertação e/ou estágio...

O ciclo de estudos integrado conducente ao grau de Mestre em Engenharia Física (que se inclui na Área 441 - Física- de acordo com a Portaria nº 256/2005 de 16 de Março) está organizado em 10 semestres lectivos correspondentes, cada um, a 30 ECTS (300 ECTS no total, de acordo com os requisitos da concessão do grau de Mestre – Artigo 19º, nº 1 do Decreto-Lei 74/2006 de 24 de Março). Será conferido aos alunos, no final do sexto semestre, o grau de Licenciado em Ciências da Engenharia - Engenharia Física.

Este curso é proposto pelo Departamento de Física que será por ele responsável e terá um papel central na formação dos alunos. Recorrer-se-á no entanto a outros Departamentos da Faculdade de Ciências (Matemática, Informática, Estatística e Investigação Operacional, Química e Bioquímica,) para ensino nas suas áreas de competência e também, nos últimos dois anos do curso, a Instituições externas com as quais a Faculdade tem protocolos de colaboração específicos, contemplando uma intervenção neste ciclo de estudos integrado. Na FCUL, todos os alunos que ingressem num 1º ciclo ou mestrado integrado devem fazer prova de que detêm conhecimentos básicos de Inglês, unidade curricular que está presente em todos os planos de estudos (3ECTS). Não tem docente atribuído e cabe à direcção da escola, com a colaboração da FLUL, a certificação do nível de língua inglesa que cada aluno detém.

O Mest Integrado em Engenharia Física está essencialmente estruturado em três etapas: uma primeira etapa de formação geral em Física, Matemática e Electrónica, que engloba o 1º e 2º anos, uma segunda etapa de formação complementar (3º ano) que inclui disciplinas de Física e de Engenharia e uma disciplina de Economia e Gestão, e uma terceira etapa de formação específica (4º e 5º anos), que fornece aos alunos uma formação avançada em Física aplicada e questões de índole tecnológica, tanto a nível da análise como da concepção. Nestes dois anos são disponibilizadas algumas opções (36 ECTS) permitindo aos alunos direccionar as suas escolhas de acordo com os seus interesses profissionais ou científicos. Estes dois últimos anos compreendem, além de uma componente experimental em quase todas as disciplinas, uma formação em Gestão de Projectos e Tecnologia (3 ECTS), uma disciplina de Projecto Experimental e uma componente de Estágio/Dissertação, perfazendo estas componentes de trabalho autónomo supervisionado 36 ECTS .

O curso terá as seguintes estruturas de apoio :

Coordenador e Coordenador Adjunto; Comissão de Coordenação: Coordenador, Coordenador Adjunto e dois docentes do Departamento de Física designados para o efeito; Comissão de Acompanhamento: constituída por 2 elementos externos.

O elenco de disciplinas opcionais será definido anualmente pelo órgão legal e estatutariamente competente.

13. Observations:

e.g. there is a lecturing component and a dissertation and/or training period...

With this integrated study cycle (1st and 2nd cycle) students get the Master Degree in Physics Engineering. This integrated cycle, which can be included in the Area 441 - Physics- according to the legislation (Portaria nº 256/2005, 16th March), is organized in 10 semesters, with a total of 300 ECTS (30 ECTS/semester) according to the Portuguese legislation (Decreto-Lei 74/2006 de 24 de Março). After successful completion of the 6th semester a diploma of 1st cycle in Engineering Sciences – Engineering Physics can be delivered.

The Physics Department (DF), responsible for this integrated cycle, have a central role in the students education,

but other departments of FCUL (Mathematics, Chemistry and Biochemistry, Informatics, Statistics and Operational Investigation) are also involved for specific lecturing in their own areas of knowledge. In the last two years a strong participation of research and development units from FCUL and from external institutions, both from public and private sectors, is intended upon collaboration agreements specific to this Degree.

In FCUL, all students that get into a 1st cycle ou integrated cycle have to prove that they have a basic knowledge in English. This curricular unit is therefore included in all curricular plans (3 ECTS). It has no teacher assigned, and the School (FCUL) have the responsibility, in collaboration with FLUL, to certificate the level of knowledge of English language of each student.

The study cycle is organized in three parts. In the first part (1st and 2nd years) the students receive a basic formation in Physics, Mathematics and Electronics; in the second part (third year) the students follow a complementary education in Physics and Engineering and receive formation in Economics and Management; at the third part, in the last two years, an advanced education in Physics and Engineering tackling different domains and specific problems is brought in. In these last years some optional courses are introduced allowing the students to focus in specific domains, according to their own scientific and professional interests.

In this final part, all the courses have an experimental training component and an Experimental Project course of 6 ECTS is included, in order to reinforce the experimental and project planning competencies of the students.

A training period/dissertation of 30 ECTS (last two semesters) allows a direct contact with the real research and development activity in applied science, and complete the hands-on education provided by this study cycle.

The integrated cycle will have the following supporting structures:

1. Coordinator and Associate Coordinator. 2. Steering Committee: Coordinator, Associate Coordinator and two teachers assigned to the scientific coordination of the integrated cycle. 3. Advisory Commission: two external people.

The optional curricular units list will be annually set by the statutorily and legally competent organ.

Instrução do pedido

1. Formalização do pedido

1.1. Pedido, devidamente subscrito, pelo órgão legal e estatutariamente competente (PDF, máx. 100kB)

Documento com o pedido de acreditação devidamente subscrito

[1.1._MIEngFisica.pdf](#)

1.2. Deliberação dos órgãos que legal e estatutariamente devem ser auscultados (PDF, máx. 100kB)

Documento com as respectivas deliberações

[1.2._Documento_NCEs_FCUL.pdf](#)

1.3. Docente responsável pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

Indicação do docente que liderará a implementação do ciclo de estudos. O respectivo CV deve ser apresentado no Anexo IV.

Maria Margarida Godinho

2. Plano de estudos

Anexo II - N.A. - 1º ano/1º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano/1º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
1st year/1st semester

2.5. 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)
Cálculo Diferencial e Integral I	MAT	semestral	168	T-45; TP-30; OT-15	6	Obrigatória
Algebra Linear e Geometria Analítica	MAT	semestral	168	T-45; TP-30; OT-15	6	Obrigatória
Mecânica	FIS	semestral	168	T-45; TP-30; OT-15	6	Obrigatória
Programação I	INF	semestral	168	T-30; TP-30; OT-15	6	Obrigatória
Informática na Óptica do Utilizador	FCSE	semestral	168	OT-30 / E-LEARNIG	3	Obrigatória
Inglês	FCSE	semestral	168	E-LEARNIG	3	Obrigatória

Anexo II - N.A. - 1º ano/ 2º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:
Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:
Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)
N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)
N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano/ 2º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
1st year/2nd semester

2.5. 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)
Cálculo Diferencial e Integral II	MAT	semestral	168	T-45; TP-30; OT-15	6	Obrigatória
Elementos de Probabilidade e Estatística	EIO	semestral	168	T-45; TP-30; OT-15	6	Obrigatória
Electromagnetismo	FIS	semestral	168	T-45; TP-30; OT-15	6	Obrigatória
Física Experimental I	FIS	semestral	168	T-15; PL-45; OT-15	6	Obrigatória

Métodos Numéricos FIS semestral 168 T-30; TP-30; OT-15 6 Obrigatória

Anexo II - N.A. - 2º ano/3º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano/3º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd year/3rd semester

2.5. 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)
Cálculo Diferencial e Integral III	MAT	semestral	168	T-45; TP-30; OT-15	6	Obrigatória
Termodinâmica e Teoria Cinética	FIS	semestral	168	T-45; TP-22.5; OT-15	6	Obrigatória
Física Experimental II A	FIS	semestral	168	T-15; PL-45; OT-15	6	Obrigatória
Fundamentos de Química F	QUI	semestral	168	T-45; TP-22.5; PL-22.5; OT-15	6	Obrigatória
Circuitos Eléctricos e Sistemas Digitais	ENG	semestral	168	T-30; TP-15; PL-30; OT-15	6	Obrigatória

Anexo II - N.A. - 2º ano/4º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2ºano/4ºsemestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd year/4rd semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Métodos Matemáticos da Física	FIS	semestral	168	T-45; TP-22,5; OT-15	6	Obrigatória
Física Moderna	FIS	semestral	168	T-45; TP-22,5; OT-15	6	Obrigatória
Física Experimental III	FIS	semestral	126	T-15; PL-45; OT-15	4.5	Obrigatória
Ondas e Óptica	FIS	semestral	126	T-30; TP-22,5; OT-15	4.5	Obrigatória
Electrónica Analógica e Digital	ENG	semestral	168	T-30; TP-15; PL-30; OT-15	6	Obrigatória
Projecto e Desenho Assistido por Computador	ENG	semestral	84	PL-30; OT-15	3	Obrigatória

Anexo II - N.A. - 3º ano/5ºsemestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:
Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:
Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)
N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)
N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º ano/5ºsemestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
3rd year/5th semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica Quântica	FIS	semestral	168	T-45; TP-22,5; OT-15	6	Obrigatória
Mecânica dos Meios Contínuos	FIS	semestral	168	T-45; TP-22,5; OT-15	6	Obrigatória
Processamento de Sinal	ENG	semestral	168	T-30; PL-45; OT-15	6	Obrigatória

Instrumentação	ENG	semestral	168	T-45; PL-30;OT-15	6	Obrigatória
Processos Estocásticos em Física	FIS	semestral	168	T-45; TP-22,5;OT-15	6	Obrigatória

Anexo II - N.A. - 3ºano/6ºsemestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

3ºano/6ºsemestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

3rd year/6th semester

2.5. 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)
Campo Electromagnético	FIS	semestral	168	T-45; TP-22.5;OT-15	6	Obrigatória
Física e Tecnologia das Radiações	FIS	semestral	168	T-30; PL-45; OT-15	6	Obrigatória
Ciência e Tecnologia dos Materiais	ENG	semestral	168	T-30; PL-45;OT-15	6	Obrigatória
Óptica Aplicada e Lasers	ENG	semestral	168	T-30; PL-45;OT-15	6	Obrigatória
Economia e Gestão	ECON	semestral	168	T-30; TP-30;OT-15	6	Obrigatória

Anexo II - N.A. - 4º ano/7º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)*N.A.***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***4º ano/7º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***4th year/ 7th semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Sistemas de Imagem	ENG	Semestral	168	T-30;TP-15;PL-15;OT-15	6	Obrigatória
Laboratórios Avançados	FIS	Semestral	168	PL-60; OT-15	6	Obrigatória
Materiais Electrónicos, Magnéticos e Supercondutores	FIS	Semestral	168	T-30;TP-15;PL-15;OT-15	6	Obrigatória
Modelação Avançada em Engenharia	ENG	Semestral	168	T-30; PL-30	6	Obrigatória
Opção A	Varias	Semestral	168	-	6	Optativa

Anexo II - N.A. - 4º ano/8º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Integrado em Engenharia Física***2.1. Study Cycle:***Integrated Master in Physics Engineering***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***N.A.***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***N.A.***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***4º ano/8º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***4th year/8th semester***2.5. 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)
Padrões e Cadeias de Rastreabilidade	ENG	semestral	168	T-30; TP-30; OT-15	6	Obrigatória

Sensores	ENG	semestral	168	T-30;TP-15;PL-15;OT-15	6	Obrigatória
Opção B	ENG	semestral	168	-	6	Optativa
Opção B	VARIAS	semestral	168	-	6	Optativa
Gestão de Projectos e Tecnologia	FCSE	semestral	84	T-15; TP-15; OT-15	3	Obrigatória
Opção FCSE	FCSE	semestral	84	--	3	Optativa

Anexo II - N.A. - 5ºano/9º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

5ºano/9º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

5th year/9th semester

2.5. 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)
Controlo e Arquitecturas de Sistemas de Instrumentação	ENG	semestral	168	T-30; PL-45; OT-15	6	Obrigatória
Engenharia de Aceleradores, Telescópios e Satélites	ENG	semestral	168	T-30; TP-15; PL-15; OT-15	6	Obrigatória
Estágio/Dissertação/Opção C/A	ENG	semestral	168	-	6	Obrigatória
Opção C	-	semestral	168	-	6	Optativa
Opção C	-	semestral	168	-	6	Optativa
Em casos especiais, com o acordo da Coordenação, pode ser realizada mais uma opção (grupo C ou A) em vez da unidade Estágio/Dissertação	-	semestral	168	-	6	Optativa

Anexo II - N.A. - 5º ano/10º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:
Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)
N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)
N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
5º ano/10º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
5th year/ 10th semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Opção D/Estágio	VARIAS	semestral	168	-	6	Optativa
Estágio/Dissertação	ENG	semestral	672	900	24	Obrigatória
Em casos especiais, com o acordo da Coordenação, a Opção D pode ser substituída por uma unidade de Estágio	-	-	168	-	6	-

Anexo II - N.A. - Grupo Opcional A

2.1. Ciclo de Estudos:
Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:
Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:
Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)
N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)
N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
Grupo Opcional A

2.4. Curricular year/semester/trimester:
Optional Group A

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física Atómica e de Plasmas	FIS	semestral	168	T-30; TP-30; OT-15	6	Optativa
Técnicas Nucleares	FIS	semestral	168	T-30; PL-30; OT-15	6	Optativa
Optimização em Engenharia	EIO	semestral	168	T-30; TP-30; OT-15	6	Optativa
Física Nuclear e Partículas	FIS	semestral	168	T-45; TP-22,5; OT-15	6	Optativa
Qualidade, Ambiente e Segurança	QUI	semestral	168	T-30; OT-15	6	Optativa
Outra disciplina da FCUL, de nível adequado, mediante acordo da Coordenação do Curso	-	semestral	168	-	6	Optativa

Anexo II - N.A. - Grupo Opcional B**2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Integrado em Engenharia Física***2.1. Study Cycle:***Integrated Master in Physics Engineering***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***N.A.***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***N.A.***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Grupo Opcional B***2.4. Curricular year/semester/trimester:***Optional Group B***2.5. 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)
Fotónica	ENG	semestral	168	T-30; TP-15; PL-15; OT-15	6	Optativa
Tópicos de Física Aplicada	ENG	semestral	168	T-30; TP-15; PL-15; OT-15	6	Optativa
Nanofísica	FIS	semestral	168	T-30; TP-30; OT-15	6	Optativa
Ciência e Tecnologia de Polímeros	QUI	semestral	168	T-30; TP-22,5; OT-15	6	Optativa

Outra disciplina da FCUL, de nível adequado, mediante acordo da Coordenação do Curso - - 0 - 0 -

Anexo II - N.A. - Grupo Opcional C

2.1. Ciclo de Estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

Grupo Opcional C

2.4. Curricular year/semester/trimester:

Optional Group C

2.5. 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 da Medida	ENG	semestral	168	T-30;TP-30;OT-15	6	Optativa
Técnicas Avançadas de Processamento e Caracterização de Materiais	ENG	semestral	168	T-30; PL-30; OT-15	6	Optativa
Ciência das Alterações Climáticas	CA	semestral	140	TP-30; OT-14	5	Optativa
Teoria do Risco	MAT	semestral	168	T-30; TP-30; OT-15	6	Optativa
Processadores de Sinal	-	Semestral	84	T-30; PL-30; OT-15	6	Optativa
Outra disciplina da FCUL, de nível adequado, mediante acordo da Coordenação do Curso	-	-	168	-	6	Optativa

Anexo II - N.A. - Grupo Opcional D

2.1. Ciclo de Estudos:

Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1. Study Cycle:

Integrated Master in Physics Engineering

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

N.A.

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

N.A.

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*Grupo Opcional D***2.4. Curricular year/semester/trimester:***Optional Group D***2.5. 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)
Dosimetria e Protecção Radiológica	ENG	semestral	168	T-30;PL-30;OT-15	6	Optativa
Energia Nuclear	ENG	semestral	168	T-30;TP-22.5; PL-22.5; OT-15	6	Optativa
Sistemas Magnéticos	ENG	semestral	168	T-30;TP-15;PL-15;OT-15	6	Optativa
Magnetismo e Supercondutividade	FIS	semestral	168	T-30;TP-30;OT-15	6	Optativa
Caracterização de Superfícies	QUI	semestral	168	T-30; PL-45; OT-15	6	Optativa
Outra disciplina da FCUL, de nível adequado, mediante acordo da Coordenação do Curso	-	semestral	168	-	6	Optativa

3. Descrição e fundamentação dos objectivos**3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos****3.1.1. Objectivos do ciclo de estudos.**

O projecto apresentado tem como principal objectivo a formação de profissionais com sólida formação científica e técnica em diferentes áreas do domínio da engenharia e tecnologias físicas. A perspectiva de formação é a de inserir o estudante e futuro profissional nas problemáticas associadas aos fenómenos físicos que estão na base da inovação tecnológica, dotando-os para isso de conhecimentos sólidos em física fundamental e de uma compreensão das abordagens de engenharia, ao mesmo tempo que os coloca em contacto com áreas de aplicação em que a Física é instrumental.

Este curso é concebido para os estudantes que pretendam desenvolver um conhecimento em Física orientado para áreas de aplicação, visando carreiras de investigação, de desenvolvimento em ciências aplicadas, de tecnologia avançada e de engenharia, de grande importância na sociedade tecnológica de hoje e de amanhã.

3.1.1. Study cycle's objectives.

The main objective of this project is the preparation of professionals with a solid scientific and technical education in Physics, Engineering and Technology, following a curricular plan that allows to focus on Metrology and Quality, Instrumentation, Optics and Applied Nuclear Sciences and Nanotechnology.

The perspective is to provide a solid education on concepts and phenomena in Physics which is at the basis of technological innovation, together with a deep comprehension of the engineering approaches and an illustration of some application areas where Physics is instrumental.

This degree is addressed to all the students interested in developing a solid knowledge in Physics oriented towards application areas, aiming at careers in research and development in applied sciences and advanced technology, of great impact in the today's and future society.

3.1.2. Conhecimentos, capacidades e competências a adquirir pelos estudantes.

O curso é ancorado em sólidas componentes de Física, Engenharia e Matemática, e outras áreas científicas (Informática, Química, Economia e Gestão) proporcionando uma formação completa e abrangente, que prepara o estudante para desempenhar funções e resolver problemas de Engenharia cujas raízes assentam nos fundamentos da Física, situando-se para lá das capacidades dos Engenheiros tradicionais. Pela abordagem e metodologias

utilizadas, a aprovação nas disciplinas do plano proposto, demonstra que o estudante ganhou competências aos níveis teórico, experimental, de projecto, de planeamento de actividades, de análise e resolução de problemas, de exposição e comunicação e de funcionamento em grupo de trabalho. Este Mestre que tem capacidade para se enquadrar eficazmente em tarefas de I&D indiferenciadas, nas mais variadas áreas da Engenharia e da Física, é um interlocutor privilegiado na comunicação e resolução de problemas de interface entre as diversas especialidades de Engenharia.

3.1.2. Competencies to be acquired by students.

This project stands on a solid formation in Physics, Mathematics and Engineering and on a basic formation in other scientific areas, providing a complete and embracing education that prepares students to go through different research and development tasks based on modern Physics that are beyond the capacities of traditional engineers. Due to the approach and teaching methodologies exploited, being approved in the ensemble of courses of the Curricular Plan the students demonstrate their competence in theoretical and experimental Physics, their proficiency to tackle and solve problems, their presentation and communication skills and team working experience.

According to the training provided, the students will have the ability to efficiently deal with a large range of research and development tasks in different domains, being the key elements for the interfacing and communication between different traditional engineerings.

3.1.3. Coerência dos objectivos definidos com a missão e a estratégia da instituição de ensino.

Esta oferta de formação, que tem como objectivo principal a formação de profissionais com uma sólida formação científica e técnica em diferentes áreas do domínio da engenharia e das tecnologias físicas, numa perspectiva de abertura ao exterior e ligação ao mercado de emprego, visando carreiras de investigação ou de desenvolvimento em ciências aplicadas, tecnologia avançada e engenharia, completa a oferta da FCUL no domínio da Física aplicada, reforçando esta Unidade Orgânica na sua qualidade de núcleo da Área Estratégica de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa. Pelas suas características responde na íntegra à missão e estratégia da FCUL que, de acordo com os princípios fundamentais consignados nos seus Estatutos, é uma instituição de criação, transmissão e difusão da ciência e da tecnologia, baseada nomeadamente no estímulo à inovação e à competitividade e no compromisso com a modernização da sociedade.

3.1.3. Coherence of the defined objectives with the institution's mission and strategy.

This education project aims at the preparation of professionals with a solid scientific and technical formation in Physics and Physics based technology, within a perspective of strong interaction with society and the job market. This integrated Degree (1st and 2nd cycles) completes the educational offer in applied Physics of FCUL, strengthening this Unit of as the nucleus of “Área Estratégica de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa”.

According to its characteristics and objectives this project fits the stated mission and strategy of FCUL that, in accordance with the principles declared in its statutes (see Estatutos da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa) is an organization dedicated to the creation, transmission and diffusion of science and technology, committed to stimulating innovation and competitiveness and strongly involved in the transformation of the society.

3.2. Adequação com o Projecto Educativo, Científico e Cultural da Instituição

3.2.1. Projecto educativo, científico e cultural da instituição.

A Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, foi criada em 1911 com a dupla missão de ensino e de promoção da investigação. De acordo com os seus Estatutos (2009) a Faculdade assume como missões principais o ensino, a investigação e a transferência do conhecimento e da inovação nas áreas das ciências exactas e naturais e das tecnociências, bem como a produção, a difusão e a partilha de culturas, estimulando a abertura permanente à sociedade civil, através da transferência de conhecimentos e da interligação com os agentes sociais e económicos. A Faculdade assume o compromisso de estimular sinergias e interactividade entre ensino e investigação, os quais desenvolve de acordo com os mais exigentes padrões de qualidade e excelência e no respeito pelos valores fundamentais da liberdade de expressão e de pensamento.

A Faculdade promove as melhores condições para o pleno desenvolvimento de capacidades e talentos e encoraja uma cultura de aprendizagem permanente, valorizando o pensamento crítico e a autonomia intelectual.

3.2.1. Institution's educational, scientific and cultural project.

The Faculty of Sciences of University of Lisbon was created in 1911 with the double objective of developing the high level teaching in natural and exact sciences and fostering the research activity in these areas. According to its Statutes (2009) the Faculty assumes as main missions, the teaching, the research, the transfer of knowledge and innovation in natural and exact sciences as well as in tecno-sciences, and also the production, the diffusion and the share of cultures, stimulating a permanent contact with society through the transfer of the

accumulated knowledge and the interaction with the social and economical agents.

The Faculty assumes the commitment to stimulate synergies and interaction between education and research, developing both in accordance with the most demanding standards of quality and excellency and in the respect for the basic individual values of the thought and liberty of speech. The Faculty guarantees the best conditions for the development of individual capacities and competencies and encourages a culture of permanent learning, valuing the critical thought and the intellectual autonomy.

3.2.2. Demonstração de que os objectivos definidos para o ciclo de estudos são compatíveis com o projecto educativo, científico e cultural da instituição.

De acordo com os Estatutos da FCUL, os métodos, meios e conteúdos de ensino aqui fixados são definidos de modo a proporcionar uma formação sólida e abrangente e promover o desenvolvimento das capacidades dos alunos, numa perspectiva de aprendizagem permanente e de valorização do pensamento crítico. Esta proposta introduz também componentes de formação que visam o desenvolvimento de capacidades e competências directamente relacionadas com a futura intervenção dos formandos na sociedade, proporcionando-lhes um directamento das problemáticas que estão na base da inovação tecnológica e um contacto com diferentes áreas de aplicação, em estreita ligação com instituições e empresas de base tecnológica, numa perspectiva de abertura ao exterior e interacção com a sociedade.

O DF, responsável por este ciclo integrado, disponibilizará os recursos humanos e materiais necessários, promovendo uma interacção efectiva com as unidades de investigação e desenvolvimento associadas, de modo a garantir a qualidade científica e o rigor, de acordo com os padrões de qualidade e excelência estabelecidos pela FC/UL.

3.2.2. Demonstration that the study cycle's objectives are compatible with the institution's educational, scientific and cultural project.

In accordance with the FCUL principles and mission, the syllabus and teaching methods are defined in order to develop the capacities and competencies related to innovation and to the future intervention of the students in society, allowing them a contact to different application areas in relation with other institutions and technological based companies.

The DF, responsible for this study cycle will make available the human and material resources, undertaking an effective interaction with the associated research units as a way to ensure the scientific quality, in agreement with the standards of quality and excellency established in FCUL.

3.3. Da organização do ciclo de estudos

3.3.1. e 3.3.2.

3.3.1. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos de cada unidade curricular com os respectivos objectivos. (Ver Anexo III)

Este Mestrado Integrado está estruturado, em termos da sequência de unidades curriculares e dos respectivos conteúdos, de forma a proporcionar aos formandos a aquisição de competências necessária a um Eng. Físico. Os métodos, os meios e os conteúdos de ensino fixados foram definidos de modo a permitir uma formação sólida e abrangente, mas também o desenvolvimento de capacidades e competências directamente relacionadas com a futura intervenção dos formandos na sociedade. Em particular, o plano proposto garante um conhecimento profundo dos princípios físicos e um contacto com diferentes áreas de aplicação em estreita ligação com instituições e empresas de base tecnológica.

O curso está organizado em três etapas: uma primeira etapa de formação geral em Física, Matemática, Química, Informática e Electrónica, que engloba o 1º e 2º anos; uma segunda etapa de formação complementar (3º ano) que consolida as bases fundamentais já adquiridas e que inclui disciplinas de Física e de Engenharia e uma disciplina de Economia e Gestão; uma terceira etapa de formação específica (4º e 5º anos), que fornece aos alunos uma formação avançada em Física aplicada e questões de índole tecnológica, e também em Física experimental e modelação.

Nesta última fase a escolha de opções de um total de 36 ECTS permite uma focalização em diferentes domínios (Ex: Metrologia e Qualidade, Instrumentação, Óptica e Física Nuclear Aplicadas, Ciência dos Materiais/Nanotecnologia) de acordo com os interesses profissionais/científicos dos alunos. Estes dois últimos anos compreendem também, além de uma componente experimental em quase todas as disciplinas, uma formação em Gestão de Projectos e Tecnologia (3 ECTS), e uma disciplina de Laboratórios Avançados onde os alunos têm contacto com técnicas e equipamento de maior sofisticação. Na unidade curricular Estágio/Dissertação o estudante é inserido num projecto, desenvolvendo trabalho autónomo supervisionado, numa das unidades de investigação associadas ao DF, ou numa instituição/empresa/laboratório de investigação com os quais o departamento tem acordos de colaboração referentes a esta formação.

3.3.1. Demonstration of the coherence of the programmatic contents of each curricular unit with its respective objectives. (See Annex III)

In terms of the sequence and contents, of the curricular units, this MSc is structured in order to give students the skills necessary for a Physical Engineer. The methods, means and content of education were laid down to enable a solid and comprehensive formation, but also the capacities needed for the future involvement of the students in society. In particular, the proposed plan warrants a thorough knowledge of the physical concepts and the contact with different application areas in close liaison with institutions and technology-based companies.

The course (MI) is organized in three stages: a first stage of general education in physics, mathematics, chemistry, computation and electronics, which includes the 1 and 2 years; a second stage of additional training (3rd year) that consolidates the fundamental basis already acquired, which includes physics and engineering units together with a discipline of Economics and Management; a third step of specific training (4 and 5 years), which provides students with advanced training in applied physics and technological issues, and also in experimental Physics and modeling.

In this final stage the choice of options from a total of 36 ECTS allows focusing on different areas (eg Metrology and Quality, Instrumentation, Optics and Applied Nuclear Physics, Material Science / Nanotechnology) in accordance with the students interests of professional / scientific interests. These last two years also include, in addition to an experimental component in almost all disciplines, training in Project Management and Technology (3 ECTS) and an Advanced Laboratory course where students have contact with equipment and techniques of greater sophistication. In the course Internship / Dissertation the student is inserted into a project, developing self-supervised work in one of the research units associated with the physics Department, or the institution / company / research laboratory with which the department has collaborative agreements related to this training project.

3.3.2. Demonstração da coerência das metodologias de ensino para cada unidade curricular com os respectivos objetivos.

Pela abordagem e metodologias de ensino utilizadas nas diferentes unidades curriculares o estudante desenvolve competências tanto a nível teórico e a nível experimental, como também a nível de projecto e planeamento de actividades, de análise e resolução de problemas, de exposição e comunicação e ainda de funcionamento em grupo de trabalho. Por outro lado, os formandos são também incentivados a recolher, seleccionar e interpretar informação de forma autónoma, de modo a estarem habilitados a fundamentar as soluções preconizadas e os juízos emitidos.

No conjunto das unidades curriculares de carácter experimental (Física Experimental I, II e III) assim como nas componentes experimentais das disciplinas dos 4º e 5º anos (estas de natureza mais complexa) procura-se fomentar nos estudantes uma atitude de análise crítica relativamente aos resultados obtidos, assim como desenvolver capacidades de tratamento e interpretação dos resultados experimentais. Os elementos de avaliação variam, incluindo relatórios escritos (utilizando como modelo a redacção típica de um artigo científico), exposições orais de apresentação de trabalhos e resultados (com tempo limitado e explorando técnicas audiovisuais) e ainda apresentações em poster, desenvolvendo assim as capacidades de escrita e comunicação oral. Em todas as disciplinas de natureza experimental é exigida a utilização de um caderno de laboratório de modo a preparar o estudante para uma actividade laboratorial futura, que tanto depende da anotação de observações realizadas em devido tempo.

Grande parte das unidades curriculares incluem uma componente teórico-prática de resolução de problemas, na qual os estudantes são chamados a integrar os conhecimentos obtidos e a procurar soluções de uma forma autónoma, mediante discussão e sugestões específicas dos docentes envolvidos. No decorrer dos diferentes tipos de actividade (resolução de problemas e actividade laboratorial) os estudantes são confrontados com a necessidade de responder a questões simples através respostas rigorosas mas acessíveis a não especialistas, o que permite desenvolver as suas capacidades de comunicação científica.

3.3.2. Demonstration of the coherence of the teaching methodologies of each curricular unit with its respective objectives.

Being exposed to the approach and teaching methods of the different courses the students develop skills at both theoretical and experimental levels and also in design and planning of activities, analysis and problem solving, exposure and communication, and will be acquainted to operation in workgroups. Moreover, students are also encouraged to collect, process and interpret information from different sources, so as to be able to justify the solutions and opinions presented.

In all basic experimental courses (Experimental Physics I, II and III) as well as in the experimental components of the subjects included in the 4th and 5th years (these more complex) the methodology used seeks to foster in students an attitude of critical analysis on the obtained results, and the capacity for processing and interpreting experimental data. The elements of assessment may vary, including written reports (using as a model the writing of a typical scientific article), oral presentations of results (time-limited and exploiting audiovisual techniques) as well as poster presentations, thereby developing the written and oral communication capacities. In all experimental subjects the use a lab notebook is required in order to prepare students for future laboratory activities, which crucially depend on observations notes made in due course.

Most of the courses include a component of problem solving in which students are required to integrate the knowledge acquired and to seek solutions independently, through the discussion and the specific suggestions of the teachers involved. During the different types of activity (problem solving and laboratory activities) students are

confronted with the need to answer simple questions with rigorous but accessible to non-specialists answers, which allows to develop their skills of scientific communication.

3.3.3. Conteúdos programáticos resumidos

Anexo III - Álgebra Linear e Geometria Analítica

3.3.3.1. Unidade curricular:

Álgebra Linear e Geometria Analítica

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Isabel Maria André Ferreirim

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1. *Vectores no Plano e no Espaço*
2. *Sistemas de equações lineares e matrizes – Representação matricial de um sistema de equações lineares. Método de eliminação de Gauss. Operações com matrizes e suas propriedades. Matrizes invertíveis e cálculo da inversa de uma matriz. Característica de uma matriz.*
3. *Determinantes – Determinante de uma matriz quadrada. Propriedades. Teorema de Laplace. Aplicação à resolução de sistemas de equações lineares: regra de Cramer. Aplicações à geometria: produto externo e produto misto de vectores; rectas e planos no espaço.*
4. *Espaço Euclídeano R^n . Produto interno canónico e noções métricas associadas. Aplicações lineares de R^n para R^m .*
5. *Espaços Vectoriais – (In)dependência linear, geradores, bases e dimensão. Subespaços vectoriais e afins. Relação entre subespaços afins e sistemas de equações lineares. Aplicações lineares.*
6. *Valores e vectores próprios – Valores e vectores próprios e diagonalização de matrizes; subespaços próprios.*

3.3.3.3. Syllabus:

1. *Vectors in 2-space and 3-space. Introduction to vectors (geometric). Vector arithmetic. Norm and inner product ; projections.*
2. *Systems of linear equations and matrices. Matrix of a system of linear equations. Gaussian elimination. Matrix operations and arithmetic rules. Invertible matrices. Rank of a matrix.*
3. *Determinants. Determinant of a square matrix. Laplace's theorem. Application to solving certain systems of linear equations: Cramer's rule. Applications to geometry: cross product and scalar triple product; lines and planes in 3-space.*
4. *Euclidean n-space. Euclidean inner product and metric concepts. Linear maps from R^n to R^m .*
5. *Vector spaces. Linear (in)dependence; generators, bases and dimension. Vector and affine subspaces. Relationship between affine subspaces and systems of linear equations. Linear maps.*
6. *Eigenvalues and eigenvectors. Eigenvalues and eigenvectors, matrix diagonalization; eigenspaces.*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Fornecer formação básica em álgebra linear e geometria analítica.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To present the fundamental aspects of linear algebra and analytic geometry.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Howard Anton, Chris Rorres, Elementary Linear Álgebra with Applications, 9ª ed., J. Wiley and Sons, 2005
Howard Anton, Elementary Linear Álgebra, 9ª ed., J. Wiley and Sons, 2005
S. Lang, Linear Algebra, Undergraduate Texts in Mathematics, Springer, 1987.
F.R. Dias Agudo, Introdução à Álgebra Linear e Geometria Analítica, Escolar Editora, 1997.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. Dois testes escritos (opcional). O 1º teste será realizado durante o período lectivo. O 2º teste será realizado em simultâneo com a 1ª data de exame. Aprovação por testes é aprovação na disciplina, podendo a nota ser melhorada na 2ª data de exame. Exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures.

Anexo III - Cálculo Diferencial e Integral I**3.3.3.1. Unidade curricular:**

Cálculo Diferencial e Integral I

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Luís Manuel Ribeiro Saraiva

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- 1. Sucessões de números reais.*
- 2. Séries numéricas. Séries de números positivos. Critérios de convergência. Convergência absoluta e convergência simples.*
- 3. Funções reais de variável real. Limites e continuidade.*
- 4. Derivação. Teoremas clássicos: Rolle, Darboux, Lagrange. Aplicações da derivação: estudo de funções, cálculo de máximos e mínimos e pontos de inflexão. Fórmulas de Taylor e MacLaurin. Séries de Taylor e de MacLaurin.*
- 5. Primitivação. Técnicas de primitivação: por partes, por substituição. Primitivação de fracções racionais.*
- 6. Integração. Aplicações da integração: cálculo de comprimentos, áreas, volumes.*

3.3.3.3. Syllabus:

- 1. Sequences of real numbers*
- 2. Numerical series. Series of positive numbers. Criteria for series convergence. Absolute and simple convergence.*
- 3. Real functions of real variables. Limits. Continuity properties.*
- 4. Derivatives. Classical theorems: Rolle, Darboux, Lagrange. Applications to the study of functions, determination of maximum and minimum points, inflection points. Taylor and MacLaurin formulas. Taylor and MacLaurin series.*
- 5. Antidifferentiation. Antidifferentiation by parts, by substitution. Antidifferentiation of rational functions.*
- 6. Integration. Its application to the computation of lengths, areas and volumes.*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Introdução ao Cálculo de funções reais de uma variável real, derivação, primitivação e integração.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Introduction to the calculus of real functions of one real variable. Derivation, Primitivation and integration

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- 1. T. Apostol – Cálculo, vols. 1 e 2, Reverte Limitada, Rio de Janeiro, 1983*
- 2. N. Piskounov – Cálculo Diferencial e Integral, vols. 1 e 2, Lopes da Silva Editores, Lisboa, 1975 e 1978*
- 3. C. Sarrico – Análise Matemática, Gradiva, Lisboa, 1999*
- 4. J. Stewart – Cálculo, vols. 1 e 2, Thomson, S. Paulo, 2006*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, com a realização de exercícios de aplicação, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.

Dois testes escritos realizados durante o semestre (opcional). Exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes, where the contents of the course is disclosed, including the resolution of convenient exercises of application of the theory taught; theoretical-practical classes where are discussed and solved exercises relative to the theoretical classes

There will be two intermediate examination papers (optional) and a final written examination.

Anexo III - Mecânica

3.3.3.1. Unidade curricular:*Mecânica***3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):***Margarida Maria Telo da Gama***3.3.3.3. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução – Medidas e unidades. Análise dimensional. Ordens de grandeza e Algarismos significativos. Elementos de cálculo.*
- 2. Cinemática*
- 3. Dinâmica .*
- 4. Trabalho e Energia*
- 5. Sistemas de partículas*
- 6. Corpo rígido*
- 7. Movimento oscilatório*
- 8. Interação gravitacional s de Kepler.*
- 9. Mecânica de fluidos*

3.3.3.3. Syllabus:

- 1. Introduction. Measurement and units. Dimensional analysis. Orders of magnitude and significant figures. Calculation elements.*
- 2. Kinematics.*
- 3. Dynamics. Newton's Laws.*
- 4. Work and Energy.*
- 5. Systems of particles.*
- 6. Rigid Body.*
- 7. Oscillatory Motion.*
- 8. Gravitational.*
- 9.*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Apresentar e discutir os conceitos fundamentais da Mecânica Newtoniana. Para lá da simples familiarização com estes conceitos, pretende-se uma sofisticação na formulação matemática dos mesmos e treinar a capacidade dos alunos para usarem os conceitos em situações novas.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To present and discuss the fundamental aspects of Newton Mechanics. Part of the course has an overlap with material already studied in the high school. However, we aim a more sophisticated mathematical formulation and to provide the students the capability of applying the concepts to new situations.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

PHYSICS for Scientists and Engineers with Modern Physics, 6th edition, Raymond A. Serway and John W. Jewett, Jr. THOMSON, BROOKS/COLE, 2004
Physics, Marcelo Alonso and Edward J. Finn, Addison-Wesley Longman 1992
The Feynman Lectures on Physics", volume I, Richard P. Feynman, Robert B. Leighton and Matthew Sands, Addison- Wesley Publishing Company.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.
Exame final escrito. Os alunos que obtiverem entre 8 e 9 valores na prova escrita têm direito a uma prova oral.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures.
Final written examination. Oral examination for students with grades between 8 and 9 (out of 20) in the written exam.

Anexo III - Programação I**3.3.3.1. Unidade curricular:**

Programação I**3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):***Thibault Nicolas Langois***3.3.3.3. Conteúdos programáticos:****Componente Teórica:***Programas simples: variáveis, expressões, controlo de fluxo. Funções. Arrays. Cadeias de caracteres. Ficheiros. Introdução aos apontadores e estruturas.***Componente Teórico-Prática:***Realização de dois projectos práticos: 1- Números primos; 2 - Mecanismos de encriptação.**Resolução de exercícios sobre os assuntos abordados nas aulas teóricas.***3.3.3.3. Syllabus:****Lectures topics:***Simple programs : variables, data types, arithmetic expressions, Boolean expressions, flow control: conditions and loops. Functions. Mono-dimensional arrays (vectors) e bi-dimensional (matrix). Matrix operations. Character strings. Files. Introduction to pointers and data structures. During the semester, the main functions of the C language standard library are studied.***Practical activities:***Programming project: a text to MORSE converter.**Solving exercises that illustrate topics described during lectures.***3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:***Pretende-se que o aluno aprenda a programar numa linguagem imperativa (o C), que fique a conhecer técnicas de programação e algoritmos básicos, e que adquira bons hábitos de programação.***3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:***The objective of this course is that the student learn how to program using the C language, how to use basic programming techniques and algorithms.***3.3.3.5. Bibliografia principal:***Deitel & Deitel, C How to Program, Prentice-Hall, 5th edition, 2007.**Brian Kernighan and Dennis Ritchie, The C Programming Language, Prentice-Hall, Second Edition, 1988.**Mike Banahan, Declan Brady e Mark Doran, The C Book, Versão online da segunda edição livro de publicado pela Addison Wesley, 1991.***3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução de exercícios.**Exame final teórico: 70%. Trabalhos práticos a realizar durante o semestre: 25%. Participação nas Teórico-Práticas: 5%.***3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):***Lectures, Pratical exercises, realisation of a Project. Exam: 85%. Project 15%.***Anexo III - Informática na Óptica do Utilizador****3.3.3.1. Unidade curricular:***Informática na Óptica do Utilizador***3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):***Eugénia Graça***3.3.3.3. Conteúdos programáticos:****Componente Teórica:***- Apresentação de conceitos fundamentais em TICs.**- Aplicações Informáticas de uso comum: processador de texto, folha de cálculo e gestão de dados e gestor de*

apresentações.

- **Fundamentos e uso da Internet. Ferramentas de comunicação individual e em grupo. Ferramentas de pesquisa na Internet.**
 - **Princípios legais e éticos do uso das TIC. A sociedade da informação.**
 - **Introdução ao uso da Biblioteca Científica Digital.**
- Componente Prática:**
- **Curso interactivo Microsoft Office Step by Step.**

3.3.3.3. Syllabus:

- Presentation of the basic concepts on ICT technologies.**
 - Common applications for personal productivity: mainly Word processing, Spreadsheet, Database Management and Presentation Tools.**
 - Fundamentals on the Internet use, like web surfing and searching, and personal tool's permitting workgroup share of information and knowledge.**
 - Legal and ethical principles on the access, use and publish of information on the Web.**
 - Introduction to the use of the Digital Scientific Library provided to the University community.**
- Interactive (Computer Based Training) supporting knowledge on the Microsoft Office Productivity Tools.**

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Adquirir os fundamentos das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e a capacidade de utilizar ferramentas informáticas relevantes, para o estudo no ensino superior e para a futura vida profissional.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Recognition of the power and limitations of the ICT, as key Technologies permitting to participate on the Information Society and also, more and more, as facilitate tools that permits a more effective progress on other disciplines.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- Colecção Guias Práticos – Informática, Porto Editora.**
- Word e Excel XP e 2000 Depressa & Bem, Lima d'Z Oliveira.**
- Microsoft Office XP para todos Nós, Sérgio Sousa e Maria José Sousa.**

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Baseia-se essencialmente em estudo assistido por computador (eLearning), havendo um número reduzido de aulas presenciais para apresentação da disciplina.

Trabalho individual com apresentação oral e entrevista (50%) e teste automatizado (50%).

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

- Lessons pre-recorded and loaded to the site of discipline, permitting the students to access them whenever they need.**
- Quiz test – 50%**
- Individual Project, live discussed and presented to the teacher – 50%**

Anexo III - Cálculo Diferencial e Integral II

3.3.3.1. Unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral II

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Teresa Faria da Paz Pereira

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- 1. Espaço R^n . Distâncias entre dois pontos e outras noções topológicas.**
- 2. Funções de n variáveis. Exemplos. Limite duma função de n variáveis.**
- 3. Funções contínuas.**
- 4. Diferencial, derivada parcial, gradiente e derivada direcional. Derivada duma função composta, teorema de Taylor, extremos e extremos condicionais.**
- 5. Campos escalares e vectoriais.**
- 6. Integrais curvilíneas de primeira e de segunda espécie**

7. *Integrais duplos. Fórmula de Green, substituição de variável, integrais impróprios, cálculo de área.*
 8. *Integrais triplos; integrais múltiplos. Integrais de superfície. O teorema de Gauss e a Fórmula de Stokes.*

3.3.3.3. Syllabus:

1. *The spaces R^n . Distance between two points and other topological notions.*
2. *Multivariable functions. Examples. Limits of functions of n variables.*
3. *Continuous functions.*
4. *Diferencial, partial derivatives, directional derivatives. Chain rule. The Taylor theorem. Extrema; extremum problems with conditions.*
5. *Scalar and vector fields.*
6. *Integration of fields on curves.*
7. *Double integrals. Green formula, change of variables, improper integrals, calculus of áreas.*
8. *Triple integrals; multiple integrals. Surface integrals. Gauss and Stokes theorems.*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Domínio do cálculo diferencial, integral e vectorial de funções de várias variáveis: cálculo de derivadas parciais, derivadas de funções compostas, aplicação do teorema das funções implícitas e determinação de extremos; cálculo de integrais duplos e triplos através dos teoremas de Fubini e de mudança de variáveis, com ênfase no uso de coordenadas polares, cilíndricas e esféricas; manipulação de campos escalares e vectoriais, cálculo de integrais de linha e de superfície, e aplicações dos teoremas clássicos de Green, Stokes e Gauss.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

At the end of the course the students should be able to use the basic tools of the several variables Calculus and of Vectorial Analysis. They should be familiar with: partial derivatives, the chain rule, applications of the implicit function theorem, and resolution of extremum problems; double and triple integral calculus, with emphasis on the use of polar, cylindrical and spherical coordinates; manipulation of vector fields, line and surface integrals, and applications of the classical Green, Stokes and Gauss theorems.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

1. *Cálculo, Vol. 2 Larson, Hostetler e Edwards, McGraw Hill, 2006.*
- Main Bibliography:*
2. *L. Sanchez, Análise em R^n : Métodos do Cálculo Diferencial, A.E.F.C.U.L., Lisboa 1998.*
3. *L. Sanchez, Análise em R^n : Integração e Análise Vectorial, A.E.F.C.U.L., Lisboa 1998.*
4. *C. Sarrico, Cálculo Diferencial e Integral, Esfera do Caos, Lisboa, 2009.*
5. *Marsden, M. and Tromba, Vector Calculus, Freeman, 5th Ed. 2003.*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas.
Exame final escrito e, eventualmente, um exame oral. Duas frequências facultativas intercalares.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and problem sessions.
Final written examination and possibility an oral examination. Two optional written tests during the semester.

Anexo III - Electromagnetismo

3.3.3.1. Unidade curricular:

Electromagnetismo

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Pedro Michael Cavaleiro Miranda

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Campo Eléctrico
Lei de Gauss
Potencial Eléctrico -
Condensadores e Dieléctricos
Corrente Eléctrica e Resistência
Circuitos de Corrente Contínua
Campo Magnético - Campo magnético. Força magnética sobre cargas eléctricas em movimento.

Fontes de Campo Magnético - Lei de Bio-Savart. Lei de Ampère. Fluxo magnético. Lei de Gauss do campo magnético. Corrente de deslocamento e a lei de Ampère-Maxwell.
Lei de Faraday - Indução magnética. Lei de Faraday. Lei de Lenz. Campo eléctrico induzido. As equações de Maxwell.
Indutância - Autoindutância. Circuitos RL. Energia num campo magnético. Indutância mútua. Oscilações em circuitos LC. O circuito RLC.
Circuitos de Corrente Alternada - Resistências, indutâncias e condensadores em circuitos de corrente alternada. Potência em circuitos de corrente alternada. Ressonância num circuito RLC em série.
Ondas Electromagnéticas - Equações de Maxwell e descobertas de Hertz. Ondas electromagnéticas planas. O espectro das ondas electromagnéticas.

3.3.3.3. Syllabus:

1. Electric Fields
2. Gauss's Law
3. Electric Potential
4. Capacitance and Dielectrics
5. Current and Resistance
6. Direct Current Circuits
7. Magnetic Fields – The magnetic field. Magnetic force on moving charged particles. 8. Sources of the Magnetic Field – The Bio-Savart law. Ampère's law. Magnetic flux. Gauss's law in magnetism. Displacement current. The Ampère-Maxwell law. 9. Faraday's Law – Faraday's law of induction. Motional emf. Lenz's law. Induced emfs and electric fields. Maxwell's equations. 10. Inductance – Self-inductance. RL circuits. Energy in a magnetic field. Mutual inductance. Oscillations in an LC circuits. The RLC circuit. 11. Alternating Current Circuits– Resistors, inductances and capacitors in ac circuits. Power in an ac circuit. Resonance in a series RLC circuit. 12. Electromagnetic Waves –Maxwell's equations and Hertz's discoveries. Plane electromagnetic waves. The spectrum of electromagnetic waves.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Apresentar os conceitos fundamentais de electrostática, corrente eléctrica, magnetostática e os princípios fundamentais para a descrição dos campos variáveis

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To present the fundamental concepts in electrostatics, electric current, magnetostatics, and time-varying fields.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Raymond A. Serway e John W. Jewett, Jr., Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Thomson, Brooks/Coles, 7ª edição, 2008.
H. M. Schey, Div, grad, curl and all that, W. W. Norton & Company, 3ª edição, 1997;
Electromagnetismo, Jaime E. Villate, McGraw-Hill, 1999;
David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Prentice-Hall, 3ª edição, 1999.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.
Testes escritos durante o semestre. Exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures that provide the exposition of material, and classes that are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures.
Final written examination.

Anexo III - Elementos de Probabilidade e Estatística

3.3.3.1. Unidade curricular:

Elementos de Probabilidade e Estatística

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Helena Maria Iglésias Pereira

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

População e amostra. Dados quantitativos e qualitativos. Tabelas de frequências. Representações gráficas.

Medidas de localização e dispersão. Características baseadas em estatísticas ordinais. A caixa-com-bigodes. Noção de probabilidade. Axiomática de Kolmogorov. Prob. condicional. Teorema de Bayes. Variáveis aleatórias. Função de distribuição e momentos. Variáveis aleatórias. Função massa e função densidade de prob. Distribuições de Bernoulli, binomial, hipergeométrica e Poisson. Variáveis aleatórias contínuas. Distribuições exponencial e Gaussiana. Teor. Limite Central. Estimação pontual. Intervalos de confiança para a proporção de populações binomiais e o valor médio e variância de populações gaussianas e não gaussianas. Intr. Testes de Hipóteses. Testes para os parâmetros das populações binomiais e gaussianas. Teste de ajustamento do qui-quadrado. Dados bivariados. Correlação. Intr. regressão linear simples. Recta de mínimos quadrados. Análise de resíduos. Análise de Variância.

3.3.3.3. Syllabus:

Population and sample. Graphical techniques for describing data: bar charts, histograms, stem and leaf. Numerical measures for describing data. Measures of relative standing and box-plot. Assigning Probability to Events. Probability Rules. Conditional Probability and Bayes Theorem. Random variables and discrete probability distributions. Bernoulli, Binomial, Poisson and hypergeometric distributions. Continuous probability distributions: Probability density functions, exponential and normal distribution. Central Limit Theorem. Estimation. Confidence Intervals for the mean and variance of normal populations and for the parameter p of a binomial distribution. Concepts of Hypothesis Testing. Tests for the mean of a Normal population and for the parameter p of a Binomial distribution. Chi-Squared Goodness of Fit Test. Correlation. Simple Linear Regression Model. Residuals. Examples. Analysis of Variance.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

O objectivo desta unidade curricular é dotar os alunos de conhecimentos elementares de Probabilidade e algumas metodologias da Estatística que poderão ser aprofundados em cadeiras, porventura de opção, em anos posteriores. Tenta-se sensibilizar os alunos para o uso indevido de algumas metodologias estatísticas pela falta de verificação dos pressupostos do modelo. Espera-se que sejam capazes de fazer uma análise preliminar dos dados e alguma inferência estatística.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The purpose of this curricular unit is to teach elementary concepts of Probability and Statistics and develop skills in the use of some methodologies of statistics such as estimation, hypothesis testing and simple linear regression. We expect that the students should be able to do a preliminary analysis of data, and be aware of the misuse of the methodologies studied when the assumptions of the model are not valid.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

**IGLÉSIAS PEREIRA, H.- Elementos de Probabilidades e Estatística, slides from lectures in: <http://www.deio.fc.ul.pt>
MENDENHALL W., BEAVER, R., BEAVER, B.- Introduction to Probability and Statistics, Duxbury Press, 1999.
MENDENHALL W., WACKERLY D.D., SCHEAFFER, R.- Mathematical Statistics with Applications, Pws-Kent Publs. Comp., 1996.
MOORE, DAVID S.- Statistics, Concepts and Controversies, Freeman and Company, N.Y., 1996.
PESTANA, D., VELOSA, S.-Introdução à Probabilidade e à Estatística, Vol. I, Fundação C. Gulbenkian, 2002.**

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

**Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.
Periodicamente recolhem-se as resoluções dos exercícios feitos pelos alunos durante uma aula teórico-prática, estas são depois corrigidas e classificadas.
Avaliação: Exame final escrito e eventualmente oral.**

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

**Lectures and Problem-solving classes with discussion.
From time to time, exercises solved by the students during classes, are collected and marked.
Evaluation: Final written examination and eventually oral too.**

Anexo III - Física Experimental I

3.3.3.1. Unidade curricular:

Física Experimental I

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Ana Maria Faria de Almeida e Costa

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1. *Medições experimentais e incertezas.*
2. *Movimento circular uniforme ; força centrípeta.*
3. *Força gravítica; pêndulo simples; determinação da aceleração da gravidade.*
4. *Movimento com rolamento; energia cinética de translação e rotação; conservação da energia mecânica.*
5. *Momento angular. Momento de inércia.*
6. *Circuitos eléctricos de corrente contínua; osciloscópio, energia electrostática acumulada num condensador.*
7. *Circuitos eléctricos de corrente alternada, impedância do condensador; circuito RC como filtro.*
8. *Oscilações mecânicas livres, amortecidas e forçadas.*
9. *Oscilações forçadas num circuito RLC.*

3.3.3.3. Syllabus:

1. *Experimental measurements and uncertainties.*
2. *Uniform circular motion; centripetal force.*
3. *Circular motion with changing speed; simple pendulum; determination of the gravity acceleration.*
4. *Kinetic rotational energy; mechanic energy conservation.*
5. *Angular momentum; moment of inertia.*
6. *Electric dc circuits; oscilloscope; electrostatic energy stored in a capacitor.*
7. *Electric ac circuits; the RC filter.*
8. *Free, damped and driven harmonic motion.*
9. *RLC circuit driven by an AC emf.*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Fazer a introdução às medidas experimentais, realizar trabalhos laboratoriais na área da Mecânica, estudar circuitos em corrente contínua e corrente alternada.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To introduce the experimental measurements and to do experimental work in the area of mechanics, dc and ac circuits.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- M. C. Abreu, L. Matias and L. F. Peralta, Introdução à Física Experimental, Editorial Presença, 1994.*
G L Squires, Pratical Physics, Cambridge University Press, 2001.
Raymond A. Serway and John W. Jewett, Jr., Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Thomson, Brooks/Coles, 6th edition, 2004.
Marcelo Alonso e Edward J. Finn, Physics, Addison Wesley Longman, 1992.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas - exposição e discussão da matéria e métodos experimentais a utilizar nas aulas de laboratório.
Aulas de laboratório – realização dos trabalho práticos.
Avaliação contínua – desempenho do aluno na realização dos trabalhos, elaboração do caderno de laboratório, resolução das questões propostas, apresentação de um relatório, apresentação de uma exposição oral sobre um dos trabalhos. Avaliação periódica – realização de um teste escrito e realização de uma prova oral no final dos trabalhos experimentais. A aprovação na disciplina exige avaliação positiva nas duas componentes que contribuem com igual peso para a nota final.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Continuous evaluation – student performance in the laboratory works, laboratory log book, resolution of proposed exercises, lab report presentation and oral presentation.
Periodic evaluation – one written test and a oral one at the end of semester.

Anexo III - Métodos Numéricos

3.3.3.1. Unidade curricular:

Métodos Numéricos

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Pedro Manuel Ferreira Amorim

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1. *Apresentação da matéria de uma forma genérica, representação de números reais, complexos, matrizes e vectores.*
2. *Erros. Cálculo em computador.*
3. *Algoritmos e aproximação*
4. *Equações não lineares - Método da bissecção. Método de Newton. Método de Aitken. Método de Newton-Horner.*
5. *Interpolação - Método de Lagrange. Spline. Extrapolação como extensão.*
6. *Diferenciação e integração e por métodos numéricos - Diferenciação numérica. Regra do trapézio. Fórmula de Simpson. Integração adaptativa.*
7. *Sistemas lineares, factorização LU, técnica de pivot.*
8. *Valores próprios e vectores próprios.*
9. *Métodos de quadrados mínimos para aproximação de funções a dados.*

3.3.3.3. Syllabus:

1. *Introduction to the course in a generic way, representation of real and complex numbers, matrix and vectors.*
2. *Errors. Computer calculation.*
3. *Algorithms and approximations*
4. *Non linear equations*
 - 4.1. *Bisection method*
 - 4.2. *Newton method*
 - 4.3. *Aitken method*
 - 4.4. *Newton-Horner method*
5. *Interpolation*
 - 5.1. *Lagrange method*
 - 5.2. *Spline*
 - 5.3. *Extrapolation as an extension*
6. *Numerical integration and differentiation*
 - 6.1. *Numerical differentiation*
 - 6.2. *Trapezoidal rule*
 - 6.3. *Simpson's rule*
 - 6.4. *Adaptive integration*
7. *Linear systems of equations, LU factorization, pivot techniques*
8. *Eigen values and eigenvectors of matrices*
9. *Least square methods for data fitting*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Iniciar o ensino de Métodos Numéricos como ferramenta em Física. Utilizar os conhecimentos adquiridos para resolver problemas em computador.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Introduction to Numerical Methods as a tool employed in Physics. The acquired knowledge will be used to solve problems with computer programming.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Anthony Ralston and Philip Rabinowitz, A first course in numerical analysis, Dover Publications, New York, 2001.
Alfio Quarteroni and Fausto Saleri, Scientific computing with Matlab and Octave, Springer-Verlag, Berlin, 2006.
B. H. Flowers, An Introduction to Numerical Methods in C++, Oxford, 2000.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas, de preferência em computador.
Avaliação contínua nas aulas teórico práticas, exercícios obrigatórios. Exame final

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures employing computers.

Assessment is performed during classes and obligatory problems to solve. Final examination

Anexo III - Cálculo Diferencial e Integral III

3.3.3.1. Unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral III

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Jorge Sebastião de Lemos Carvalhão Buescu

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- *Análise Complexa.*
- *Equações diferenciais ordinárias.*
- *Séries de Fourier e introdução às equações diferenciais parciais.*
- *Transformação de Fourier e introdução à teoria das distribuições.*

3.3.3.3. Syllabus:

- *Complex Analysis*
- *Ordinary differential equations*
- *Fourier Series and an introduction to partial differential equations*
- *Fourier transform and an introduction to the theory of distributions.*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Transmitir as competências essenciais nos campos:

- *da Análise Complexa, levando os alunos ao conhecimento teórico e operacional das propriedades das funções analíticas e meromorfas, atingindo o cálculo de Integrais reais por meio do Teorema dos resíduos;*
- *das EDOs, resolvendo as equações escalares de 1ª ordem, fornecendo os métodos para equações lineares de ordem superior, tratando sistemas de EDOs e o Teorema de Picard-Lindelöf.*
- *das séries de Fourier, fornecendo as técnicas básicas e aplicações às equações da corda vibrante, do calor e de Laplace;*
- *da transformação de Fourier e teoria das distribuições.*

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Trasmitting fundamental knowledge in the areas of

- *Complex Analysis, leading to the theoretical and operational knowledge of the properties of analytic and meromorphic functions, up to the point of the calculation of real integrals by the contour integration (residue) method.*
- *ODEs, providing the methods for solving the general equation of the first order, the general methods for linear equations of order n, systems of linear differential equations and the existence-uniqueness (Picard-Lindelöf) theorem.*
- *Fourier series, supplying the basic techniques and applications to PDEs (vibrating string, heat equation, Laplace equation)*
- *Fourier transform and distribution theory.*

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- *M. Ramos, Apontamentos de Análise Complexa.*
- *J.E. Marsden, Basic Complex Analysis, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1973 (última edição: 1998), Capítulos 1 e 2.*
- *R. Churchill e J.W. Brown, Complex variables and applications. McGraw-Hill, 6.a ed.*
- *M. Ramos, Apontamentos de Equações diferenciais.*
- *M. Ramos, Curso elementar de equações diferenciais. DMFCUL, 2002.*
- *Djairo G. Figueiredo, Análise de Fourier e equações diferenciais parciais. IMPA, Projeto Euclides, 1987.*
- *M. Ramos, Apontamentos de séries de Fourier.*
- *M. Ramos, Apontamentos de espaços de funções e transformação de Fourier.*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação contínua parcial, facultativa, por meio de resolução de problemas pelos alunos nas aulas TP, complementada por avaliação escrita realizada por testes parciais ou exame final.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Partial continuous evaluation through solving proposed problems by the students in TP classes, and written evaluation either via partial written tests or final exam.

Anexo III - Termodinâmica e Teoria Cinética**3.3.3.1. Unidade curricular:**

Termodinâmica e Teoria Cinética**3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):*****Eduardo Luís Blieberich Ducla-Soares*****3.3.3.3. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução**
- 2. Conceito de temperatura.**
- 3. Expansão térmica de sólidos e líquidos.**
- 4. Descrição macroscópica de um gás ideal.**
- 5. Calor e energia térmica.**
- 6. Trabalho termodinâmico. Expansão no vácuo.**
- 7. A Primeira Lei da Termodinâmica.**
- 8. Transferência de calor.**
- 9. Teoria cinética dos gases: modelo molecular de um gás ideal, interpretação microscópica da temperatura e da pressão, calor específico, teorema da equipartição da energia, lei de repartição das velocidades, percurso livre médio.**
- 10. Máquinas térmicas e frigoríficas. Bombas térmicas. A Segunda Lei da Termodinâmica. Processos reversíveis e irreversíveis**
- 11. Energia disponível, princípio do trabalho máximo e irreversibilidade.**
- 12. Relações termodinâmicas formais e suas aplicações**
- 13. Equilíbrio de sistemas termodinâmicos.**
- 14. Introdução às transições de fase.**

3.3.3.3. Syllabus:

- 1. Introduction**
- 2. Temperature.**
- 3. Thermal expansion of solids and liquids.**
- 4. Macroscopic description of an ideal gas.**
- 5. Heat and thermal energy.**
- 6. Work in thermodynamic processes. Free expansion of a gas.**
- 7. The first law of thermodynamics.**
- 8. Heat transfer.**
- 9. The kinetic theory of gases: molecular model of an ideal gas, microscopic interpretation of temperature and pressure, specific heats, the equipartition of energy, distribution of molecular speeds, mean free path.**
- 10. Heat engines and refrigerators. Heat pumps. The second law of thermodynamics. Quasi-static, reversible and irreversible processes.**
- 11. Available energy, the maximum work theorem, irreversibility.**
- 12. Formal thermodynamic relationships and their applications**
- 13. Equilibrium of thermodynamic systems. The energy minimum principle and the minimum principles for the potentials.**
- 14. Introduction to phase transitions and critical phenomena.**

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:***Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.*****3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:*****To present the phenomenology and the fundamental aspects of thermodynamics, as well as the axiomatics. To establish the relationship between microscopic and macroscopic properties.*****3.3.3.5. Bibliografia principal:**

R.A. Serway, Physics for Scientists and Engineers, Saunders College Pub., 4ª edição, 1996.
M.W. Zemansky and R. H. Dittman, Heat and Thermodynamics, McGraw-Hill, 6ª edição, 1981.
H.B. Callen, Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics, J. Wiley, 2ª edição, 1985.
K. Wark, Thermodynamics, McGraw-Hill, 3ª edição, 1977.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.
Dois testes escritos realizados durante o semestre (opcional) e/ou exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures.

Assessment methods:

Two written tests taken during the semester (optional) and/or final written examination

Anexo III - Fundamentos de Química F

3.3.3.1. Unidade curricular:

Fundamentos de Química F

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria José Diogo da Silva Calhorda, Maria Manuela Gomes da Silva Rocha

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Componente teórica:

Estrutura e ligação química nas moléculas dos elementos s e p (forma das moléculas, teorias do Enlace de Valência e das Orbitais Moleculares). Simetria Molecular. O hidrogénio e os hidretos. Os elementos dos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18. O carbono e a química orgânica (grupos funcionais, reacções de substituição, adição, eliminação e rearranjo, cisões homolíticas e heterolíticas, ácido-base). Noções básicas de estereoquímica (quiralidade, nomenclatura, configuração absoluta R e S, projecções de Fischer, análise conformacional).

Componente teórico-prática:

Resolução de problemas relacionados com a matéria teórica.

Componente prática:

Técnicas laboratoriais em química (titulações, destilações, extracção por solventes, cromatografia, introdução aos métodos de síntese). Reacções relevantes dos elementos representativos.

3.3.3.3. Syllabus:

Lectures: Structure and bonding in molecules of s and p elements (shape of molecules, valence bond and molecular orbital theories). Molecular symmetry. The elements of groups 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, and 18. Carbon and organic chemistry (functional groups, substitution, addition, elimination and rearrangement, homolytic and heterolytic cision, acid-base reactions). Basic concepts of stereochemistry (chirality, nomenclature, R and S absolute configuration, Fischer projections, conformational analysis).

Problem-solving classes: Exercises on topics covered in the lectures.

Laboratory: Basic chemistry laboratory techniques (titrations, distillation, solvent extraction, chromatography, introductory syntheses).

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Adquirir conhecimentos básicos sobre ligação química e forças intermoleculares, e sua aplicação à química dos elementos representativos. Conceitos fundamentais de química orgânica (grupos funcionais, reacções simples, estereoquímica) e de radioquímica. Obter competências básicas no laboratório.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To learn chemical bonding and intermolecular forces and their application to molecular chemistry of main group elements. Introduction to organic chemistry (functional groups, simple reactions, stereochemistry) and radiochemistry. To develop basic laboratory skills.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

C. E. Housecroft, E. C. Constable, Chemistry, Pearson Prentice Hall, Harlow, 3rd edition, 2006.

C. E. Housecroft, A. G. Sharpe, Inorganic Chemistry, Prentice Hall, New York, 2nd edition, 2005.

T. W. G. Solomons, G. B. Fryhle, Organic Chemistry, Wiley, New York, 8th edition, 2004.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. As aulas práticas são essencialmente para familiarizar os alunos com um laboratório de química, por utilização das técnicas mais usuais. A avaliação inclui um exame final escrito. A avaliação da parte prática incide sobre: (i) preparação prévia dos trabalhos, participação e atitude no laboratório, (ii) qualidade das folhas de resultados, (iii) Relatório e teste escrito individual. A nota final da disciplina é a média das notas do exame (70%) e da nota da prática (30%). A aprovação implica classificações mínimas de 8.5/20 nas partes teórica e prática, mas a média tem que ser igual ou superior a 9.5.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures. The practical course is to introduce students to the basic techniques in a chemistry laboratory.

Final written exam and laboratory evaluation. This latter includes (i) preparation and execution of the lab work, (ii) quality of short reports, and (iii) A reports and an individual written test The final grade is an average of the exam (70%) and lab grade (30%). A minimum grade of 8.5/20 in each and an average of 9.5 are required.

Anexo III - Circuitos Eléctricos e Sistemas Digitais**3.3.3.1. Unidade curricular:**

Circuitos Eléctricos e Sistemas Digitais

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Guiomar Gaspar Andrade Evans

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Elementos de Circuito e Leis Fundamentais

Fontes Dependentes e Teoremas de Thévenin e de Norton

Técnicas Sistemáticas de Análise de Circuitos

Análise de Circuitos Dinâmicos (no Tempo e na Frequência)

O Díodo e Aplicações

Transístores Bipolares (BJTs)

Aplicações Práticas do Amplificador Operacional

Representação de Informação em Sistemas Digitais

Funções e Portas Lógicas

Circuitos Combinatórios de Média Dimensão (MSI)

Introdução aos Circuitos Sequenciais

3.3.3.3. Syllabus:

1. Circuit Elements and Fundamental Laws

2. Controlled Sources and the Thévenin and Norton Theorems

3. Systematic Techniques for Circuit Analysis

5. Diodes and Applications

6. Bipolar Transistors (BJTs)

7. Practical Applications of Operational Amplifiers

8. Information Representation in Digital Systems

9. Logic Functions and Logic Gates

10. Medium-Scale Combinational Circuits

11. Introduction to Sequential Circuits

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Apresentar os fundamentos da Análise de Circuitos e dos Sistemas Digitais. Estudar dispositivos electrónicos e desenvolver competências de análise de circuitos electrónicos. Estabelecer bases para posteriores cursos em Electrónica e

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Present the foundations of circuit analysis and of digital systems concepts. Study basic electronic devices and circuits and develop analysis skills applied to basic electronic circuits. The course lays also the foundations for more advanced courses on electronics and instrumentation.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Irwin, Basic Engineering Circuit Analysis, 7th ed., Wiley, 2002.

Spencer, Ghausi, Introduction to Electronic Circuit Design, Prentice-Hall, 2003.

Agarwal, Lang, Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits, Morgan- Kaufman/Elsevier, 2005.

Horowitz, Hill, The Art of Electronics (2nd ed), Cambridge, 1989.

Arroz, Monteiro, Oliveira, Arquitectura de Computadores, IST Press, 2006.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (2 horas/semana), aulas teórico-práticas (1 hora/semana) e prática laboratorial (2 horas/semana) onde os alunos desenvolvem competências na montagem prática, na análise e no teste de circuitos electrónicos.

Dois testes escritos durante o semestre e/ou resolução de séries de problemas; avaliação contínua da prática laboratorial; exame final.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (2 hours/week) where the theory is exposed, problem solving (1 hour/week) and laboratory practice (2 hours/week) where the students develop circuit assembling, analysis and test skills with the aid of basic electronic circuits.

Two written tests during the semester, performance during laboratory practice and outcome of the proposed design tasks, and final written exam.

Anexo III - Física Experimental II A

3.3.3.1. Unidade curricular:

Física Experimental II A

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Margarida Colen Martins Cruz

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

. Temperatura e termometria.

2. Calorimetria: capacidade calorífica e calor latente.

3. 1ª lei da Termodinâmica. Equivalente mecânico e eléctrico da caloria.

4. Lei dos gases ideais. Máquinas térmicas.

5. Condutividade térmica de um metal.

6. Corpo negro; lei de Stefan-Boltzmann.

7. Distribuição espectral da radiação térmica.

8. Determinação da constante de Planck.

3.3.3.3. Syllabus:

. Temperature and Thermometry.

2. Calorimetry: Specific Heat Capacity and Latent Heat.

3. The First Law of Thermodynamics. The Mechanical Equivalent of Heat.

4. The Ideal Gas Law. Engines.

5. Thermal Conductivity of a Metal.

6. Blackbody: Stefan-Boltzmann Law.

7. Spectral distribution of thermal radiation.

8. Photoelectric effect. Determination of the Planck's constant.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Realizar trabalhos experimentais na área da Física, incidindo mais explicitamente nas áreas de Termodinâmica e Física Moderna.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Experimental work in Physics mainly related with thermodynamics and Modern Physics

3.3.3.5. Bibliografia principal:

D. Haliday, R. Resnick e J. Walker, Fundamentals of Physics Extended, Wiley.

• R. A. Serway e J.W. Jewett, Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Thomson, Brooks/Coles.

• K. Krane, Modern Physics.

• E. Hecht, Physics: Algebra / Trig, Thomson, Brooks/Coles.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas - exposição e discussão da matéria e métodos experimentais a utilizar no trabalho prático que lhes sucede. Aulas de laboratório – realização do trabalho prático correspondente.

Método de avaliação:

Avaliação contínua – desempenho do aluno na realização dos trabalhos, elaboração do caderno de laboratório, apresentação de uma exposição oral sobre um dos trabalhos e realização de um relatório escrito sobre outro dos trabalhos realizados. Avaliação periódica – realização de um teste escrito e realização de uma prova oral no final

dos trabalhos experimentais.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures - exposition of material and experimental methods to be used in the practical work.
Laboratory – practical work.*

Assessment methods:

Continuous – Work evaluated during Laboratory classes, elaboration of a laboratory work-book, oral presentation concerning one of the laboratory experiments and written report concerning another of the experiments. Periodic – written test and oral discussion after conclusion of all the laboratory experiments.

Anexo III - Física Moderna

3.3.3.1. Unidade curricular:

Física Moderna

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Margarida Maria Telo da Gama

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

*Relatividade. Ref. de inércia. Experiência de Michelson e Morley. Transf. de Lorentz. Contração do espaço e dilatação do tempo. Lei de transf. das velocidades. Lei de transf. da energia-momento.
A Luz: Ondas e Corpúsculos. Radiação do corpo negro. Efeito fotoelétrico. Efeito de Compton. Átomos e Electrões. A existência de uma carga elementar. A exp. de Franck-Hertz. Átomo de Bohr. Electrões: Ondas e Corpúsculos. Interf. e difracção de electrões. A equação de Schroedinger. Int. à Mec. Quântica. Resolução de probl. a uma dimensão: poço de pot. e oscilador harmónico. Barreira de potencia. Efeito de túnel. O spin do electrão. Experiência de Stern-Gerlach.
O Átomo. Estrut. dos átomos. Interação spin-órbita. Tabela periódica. O Núcleo. A interação n-n. Estrutura dos núcleos. Radioact. Cisão nuclear e fusão nuclear. As Part. Elementares. As quatro interacções fundamentais. O Est. Sólido. Ligações. Gás de electrões. Teoria quânt. dos metais. Teoria de bandas em sólidos. Semicond. e Supercond.*

3.3.3.3. Syllabus:

Relativity. Inertial frames. Michelson and Morley experiment. Lorentz transformations. Time dilation and space contraction. Velocity transformation. Energy and momentum transformation.

Light: Waves and particles. Black body radiation. Photoelectric effect. Compton effect.

Atoms and electrons. The existence of an elementary charge. The experiment of Franck-Hertz. Bohr atom. Electrons: Waves and Particles. Interference, diffraction of electrons. Schroedinger's equation.

Introduction to Quantum Mechanics. Solution of 1-d problems: square well and harmonic oscillator. Potential barrier. Tunnelling. Electron spin. Stern-Gerlach experiment.

The atom. Atomic structure. Spin-orbit interaction. Periodic table. The nucleus. Nuclear interaction and structure. Radioactivity. Nuclear cision and fusion. Elementary particles. The four fundamental interactions.

The solid state. Bonding. Electron gas. Quantum theory of metals. Band theory of solids. Semiconductors. Superconductivity.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Introdução dos conceitos de Física Moderna que permitem compreender os fenómenos físicos, os modelos do Universo, e o funcionamento de vários dispositivos e tecnologias essenciais às sociedades modernas.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Introduction of the concepts of Modern Physics to describe a wide range of physical phenomena, including the models of the Universe and a variety of devices and technologies that are part of our daily life.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- R. A. Serway, C. J. Moses and C. A. Moyer, *Modern Physics, 3rd ed., Thompson, 2005*
- A.P.French, *Special Relativity.*
- S.Gasiorowicz, *The Structure of Matter: a Survey of Modern Physics.*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se destinam à exposição dos temas, e aulas teórico-práticas, que se destinam à resolução de problemas sobre a matéria leccionada. Serão seleccionados alguns destes problemas para discussão e avaliação. A avaliação consta de um exame final e de exercícios de avaliação que terão lugar durante as aulas teórico-práticas, com a periodicidade de 1 exercício por capítulo. A nota final será a média das notas do exame final (80%) e dos problemas de avaliação (20%).

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve sets of problems related to the material in the lectures. Some of those problems will be selected for discussion and assessment.

Assessment methods:

Final written exam and assessment problems solved in the classes, with the periodicity of one problem per chapter. The final grade will be the average of the final exam (80%) and the assessment problems (20%).

Anexo III - Métodos Matemáticos da Física

3.3.3.1. Unidade curricular:

Métodos Matemáticos da Física

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Luís Filipe Lopes Bento

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- Variável complexa. Funções analíticas, singularidades, expansão de Laurent, teorema dos resíduos e cálculo de integrais.*
- Espaços Funcionais, produto interno e norma. Transformada de Fourier e transformada de Laplace. Distribuições e delta de Dirac.*
- Espaços de Hilbert. Funções de Green.*
- Equações Diferenciais de 1 e 2 ordem às derivadas parciais. Classificação. Bases de soluções.*
- Soluções por série em pontos regulares. Polinómios de Legendre e de Hermite. Soluções por série em pontos singulares. Funções Especiais.*

3.3.3.3. Syllabus:

Complex variable. Elementary functions:

2. Matrices. Functions and properties of matrices. Matrix canonical forms.

3. Ordinary differential equations. Linear equations and systems with constant coefficients. Linear second order equations, series solutions, Sturm-Liouville problems.

4. Partial differential equations. Heat, wave and Laplace equations. Separation of variables.

5. Fourier transforms and Dirac delta function.

6. Complex variable. Differentiability, conformal maps, Cauchy theorem and integral formula. Series representation. Residues theorem and evaluation of integrals.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Apresentar alguns resultados e técnicas de variável complexa, matrizes, equações diferenciais ordinárias e às derivadas parciais e transformadas integrais, com aplicações a problemas de Física.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The course provides an overview of complex variables, matrix theory, ordinary and partial differential equations, integral transformations, with applications to various physics problems.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Dennis G. Zill and Michael R. Cullen, Advanced Engineering Mathematics, Jones and Bartlett Publishers, Third Edition, 2006.

- K. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence, *Mathematical Methods for Physics and Engineering, 2003.*

- **C. D. Cantrell, *Modern Mathematical Methods for Physicists and Engineers, Cambridge University Press, 2000.***
- **Miguel Ramos, *Curso Elementar de Equações Diferenciais, Textos de Matemática Vol 14, Ed. Fernando C. Silva e L. Trabucho, 2000.***
- **Tom M. Apostol, *Calculus, Wiley, 1969.***
- **R. Courant, D. Hilbert, *Methods of Mathematical Physics, Volume 1, 1989.***
- **R. Courant, D. Hilbert, *Methods of Mathematical Physics, Volume 2, 1989.***

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a avaliação da resolução das séries de problemas.

Múltiplos testes escritos realizados durante o semestre com avaliação oral (optativo). Exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures.

Two written tests taken during the semester (optional). Final written examination.

Anexo III - Electrónica Analógica e Digital

3.3.3.1. Unidade curricular:

Electrónica Analógica e Digital

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

José António Soares Augusto

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

*Projecto de Máquinas de Estado com Circuitos Sequenciais
Linguagens de Descrição de Hardware no Projecto de Sistemas Digitais
Transistores de Efeito de Campo (FETs) e Aplicações
Amplificadores Multi-andar com Transístores Bipolares e com FETs
Aplicações Avançadas do Amplificador Operacional
Circuitos Digitais Básicos com MOSFETs
Projecto Básico de Circuitos Integrados
Circuitos com Condensadores Comutados
Conversores Analógico-Digital (ADC) e Digital-Analógico (DAC)
Sensores
Ruído*

3.3.3.3. Syllabus:

- 1. State Machine Design with Sequential Circuits*
- 2. Digital Design with Hardware Description Languages*
- 3. Field-Effect Transistors (FETs) and Applications*
- 4. Multistage Amplifiers with Bipolar and Field-Effect Transistors*
- 5. Advanced Applications of Operational Amplifiers*
- 6. Basic Digital Circuits with MOSFETs*
- 7. Basic Integrated Circuits Design*
- 8. Switched Capacitor Circuits*
- 9. Analog to Digital (ADC) and Digital to Analogue (DAC) Converters*
- 10. Sensors*
- 11. Noise*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Estudar, a níveis médio e avançado, aspectos importantes para a análise e síntese de circuitos analógicos e digitais. Oferecer uma panorâmica geral das áreas da Electrónica e da Instrumentação.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To study, at medium and advanced levels, several matters important for the analysis and synthesis of analogue and digital electronic circuits. To offer a broad view of the Electronics and Instrumentation areas.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- *Spencer, Ghausi, Introduction to Electronic Circuit Design, Prentice-Hall, 2003.*
- *Agarwal, Lang, Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits, Morgan- Kaufman/Elsevier, 2005.*
- *Horowitz, Hill, The Art of Electronics, Cambridge, 2nd Edition, 1989.*
- *Arroz, Monteiro, Oliveira, Arquitectura de Computadores, IST Press, 2006.*
- *Tietze, Schenk, Electronic Circuits: Design and Applications, Springer-Verlag, 1991.*
- *J. Webster, Medical Instrumentation, Application and Design Wiley, 3rd ed., 1998.*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, aulas teórico-práticas e prática laboratorial onde os alunos desenvolvem competências na montagem prática, análise e teste de circuitos electrónicos.

Realização de dois testes, e realização de trabalhos e/ou séries de problemas; avaliação contínua da prática laboratorial; exame final.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (2 hours/week) where the theory is exposed, problem solving (1 hour/week) and laboratory practice (2 hours/week) where the students develop circuit assembling, analysis and test skills with the aid of basic electronic circuits.

Two written tests during the semester or/and series of problems; performance during laboratory practice and outcome of the proposed design tasks; final written exam.

Anexo III - Ondas e Óptica**3.3.3.1. Unidade curricular:**

Ondas e Óptica

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

António Joaquim Rosa Amorim Barbosa

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- 1. Movimento ondulatório*
- 2. Ondas numa corda*
- 3. Ondas sonoras – Equação de onda, velocidade do som. Intensidade e sua variação com a distância. Impedância acústica. Efeito de Doppler, ondas de choque.*
- 4. Sobreposição de ondas – Interferência de ondas sinusoidais. Ondas estacionárias, modos próprios e ressonâncias. Batimentos. Velocidade de grupo. Análise de ondas.*
- 5. Ondas electromagnéticas – Equações de Maxwell e ondas planas, velocidade da luz. Vector de Poynting, intensidade. Momento e pressão da radiação. Impedância. Espectro electromagnético.*
- 6. Propagação da luz – Reflexão, refração, dispersão. Princípios de Huygens e de Fermat. Polarização, leis de Malus e de Brewster.*
- 7. Óptica geométrica – Espelhos planos e esféricos. Superfícies de refração. Lentes delgadas. Aberrações. Instrumentos ópticos.*
- 8. Interferência e difracção – Interferência de Young, filmes finos, interferómetro de Michelson. Difracção por uma fenda, redes, difracção de raios X por cristais*

3.3.3.3. Syllabus:

- 1. Wave motion*
- 2. Waves on a string*
- 3. Sound waves – Wave equation, the speed of sound. Intensity and its variation with distance. Acoustic impedance. Doppler effect, shock waves.*
- 4. Superposition of waves – Interference of sinusoidal waves. Standing waves, normal modes and resonances. Beats. Group velocity. Analysis of waves.*
- 5. Electromagnetic waves – Maxwell's equations and plane waves, the speed of light. Poynting vector, intensity. Momentum and radiation pressure. Impedance. Electromagnetic spectrum.*
- 6. The propagation of light – Reflection, refraction, dispersion. Huygens's and Fermat's Principles. Polarization, Malus's and Brewster's laws.*
- 7. Geometric optics – Flat and spherical mirrors. Surfaces of refraction. Thin lenses. Aberrations. Optical instruments.*
- 8. Interference and diffraction – Young's interference, thin films, Michelson interferometer. Diffraction from a slit, gratings, diffraction of X-rays by crystals.*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Apresentar os aspectos fundamentais dos fenómenos ondulatórios, estudando em especial os casos das ondas

sonoras e da luz.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To present the fundamental aspects of wave phenomena, studying in particular the cases of sound and light waves.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Raymond A. Serway e John W. Jewett, Jr., Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Thomson, Brooks/Coles, 6ª edição, 2004;
Marcelo Alonso e Edward J. Finn, Addison Wesley, Physics, Longman, 1992;
H.J. Pain, John Wiley & Sons, The Physics of Vibrations and Waves, 5ª edição, 1999;
Eugene Hecht, Addison Wesley, Optics, 4ª edição, 2002.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.

Exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures.

Final written examination.

Anexo III - Física Experimental III

3.3.3.1. Unidade curricular:

Física Experimental III

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Pedro Manuel Ferreira Amorim

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Trabalhos práticos

- 1. Propagação unidimensional de ondas: a corda vibrante.*
- 2. Propagação unidimensional de ondas: o tubo de Kundt.*
- 3. Propagação unidimensional de ondas: ondas electromagnéticas num cabo coaxial.*
- 4. Óptica geométrica.*
- 5. Óptica ondulatória; difracção e interferência; polarização. Luz visível e microondas.*
- 6. Distribuição espectral da radiação térmica.*
- 7. Determinação da constante de Rydberg através do estudo do espectro do hidrogénio.*
- 8. Constante de Planck, efeito fotoeléctrico.*

3.3.3.3. Syllabus:

Laboratory units:

- 1. Vibrating string; standing waves.*
- 2. Kundt's tube; standing waves*
- 3. Ultra sounds; microwaves*
- 4. Propagation in a coaxial cable*
- 5. Geometrical optics;*
- 6. Wave optics; diffraction and interference; polarization.*
- 7. Atomic levels and gas emission spectra; H2 lamp; Rydberg constant.*
- 8. Nuclear levels; radioactive decay*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Complementar o ensino teórico de outras cadeiras de Física com o conhecimento experimental que lhe corresponde.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Presentation of typical experimental set-ups in a broad range of Physics subjects, leading also to the study of laboratory techniques and procedures as a method to achieve experimental objectives.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- **Raymond A. Serway e John W. Jewett, Jr., *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*, Thomson, Brooks/Coles, 6ª edição, 2004;**
- **H. J. Pain, *The Physics of Vibrations and Waves*, 6ª edição, Wiley, 2007.**

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas práticas em laboratório, nas quais se põem em prática os conhecimentos adquiridos.

Avaliação contínua, com exigência de caderno de laboratório. Exposição oral de um trabalho prático. Relatório escrito sobre um segundo trabalho prático, teste final.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide preliminary explanation of the subjects and methods to utilize in the laboratory. Laboratory classes, the main part of the course, employed to perform the previously described experiments; data treatment and results analysis is carried out. The connection between experiment and theory is also established.

Continuous assessment – performance of the student during the laboratory classes, elaboration of a laboratory logbook, oral presentation of one of the laboratory units and a written report on another unit.

Periodic assessment – written test and a oral assessment at the end of the experimental classes.

Anexo III - Mecânica Quântica

3.3.3.1. Unidade curricular:

Mecânica Quântica

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Edgar Paiva Nunes Cravo

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- 1. A função de onda – Equação de Schrödinger, interpretação estatística, probabilidade, normalização, princípio de incerteza.**
- 2. Equação de Schrödinger independente do tempo – Estados estacionários, poço rectangular infinito, oscilador harmónico, partícula livre, potencial em forma de função delta, poço rectangular finito.**
- 3. Formalismo – Espaço de Hilbert, observáveis, funções próprias de um operador hermitico, interpretação estatística generalizada, princípio de incerteza, notação de Dirac.**
- 4. Mecânica quântica a três dimensões – Equação de Schrödinger em coordenadas esféricas, o átomo de hidrogénio, momento angular, spin.**
- 5. Partículas idênticas – Sistemas de duas partículas.**
- 6. Teoria de perturbações independentes do tempo – Teoria de perturbações sem degenerescência, teoria de perturbações com degenerescência, estrutura fina do hidrogénio, efeito de Zeeman, estrutura hiperfina.**

3.3.3.3. Syllabus:

- **The wave function**
o **Schrödinger equation, statistical interpretation, probability, normalization, uncertainty principle**
- **Time-independent Schrödinger equation**
o **Stationary states, infinite square well, harmonic oscillator, free particle, delta function potential, finite square well**
- **Formalism**
o **Hilbert space, observables, eigenfunctions of a hermitian operator, generalized statistical interpretation, uncertainty principle, Dirac notation**
- **Quantum Mechanics in three dimensions**
o **Schrödinger equation in spherical coordinates, the hydrogen atom, angular momentum, spin**
- **Identical particles**
o **Two-particle systems**
- **Time-independent perturbation theory**
o **Nondegenerate perturbation theory, degenerate perturbation theory, fine structure of hydrogen, Zeeman effect, hyperfine splitting**

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Introdução dos principais conceitos fundamentais e do formalismo básico da Mecânica Quântica, numa abordagem virada para a resolução de problemas teóricos.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Introduction to the main fundamental concepts and basic formalism of Quantum Mechanics, using an approach oriented towards the resolution of theoretical problems.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

D. J. Griffiths, Introduction to Quantum Mechanics, Pearson Prentice Hall, 2nd ed., 2005.

C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë, Mécanique Quantique, vol. 1, Hermann, 1980.

S. Gasiorowicz, Quantum Physics, Wiley, 1974. ISBN: 0471292818.

L. I. Schiff, Quantum Mechanics, McGraw-Hill, 3rd ed., 1968.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas: exposição das matérias; aulas teórico-práticas: resolução de alguns problemas exemplificativos; tarefas: séries semanais de problemas resolvidos pelos alunos como trabalho de casa.

Avaliação Contínua: 12 séries semanais de problemas, 2 testes, 1 exame final.

Final: 1 exame final.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures: exposition of the subjects; recitations: resolution of some sample problems; assignments: weekly sets of homework problems.

Continual: 12 weekly sets of problems, 2 tests, 1 final exam.

Final: 1 final exam.

Anexo III - Mecânica dos Meios Contínuos

3.3.3.1. Unidade curricular:

Mecânica dos Meios Contínuos

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Eduardo Luís Blieberlich Ducla-Soares; José Pedro Oliveira Mimoso

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1. Tipos de meios contínuos; espaço euclidiano; limite não relativista

2. Sistemas de coordenadas e tensores

3. Cinemática do meio contínuo

4. Movimento de meio contínuo

5. Estática de um corpo elástico

6. Ondas elásticas

7. Ondas em lâminas

8. Ondas em barras

9. Fluido – equação de continuidade, equação de Navier-Stokes

10. Fluido ideal – equações de Euler, de estado e de balanço de entropia; teoremas de Bernoulli, de Euler; circulação de Kelvin e de Helmholtz.

11. Fluido viscoso – tensor de Cauchy: pressão normal média; viscosidade volúmica; número de Reynolds; escoamento em volta de um cilindro.

3.3.3.3. Syllabus:

1. Types of continuum media; Euclidian space, nonrelativistic limit.

2. Systems of coordinates and tensors

3. Kinematics of a continuum media

4. Motion of continuum medium

5. Statics elastic body

6. Elastic waves

7. Waves in plates

8. Waves in rods

9. Fluid. Basic equations of hydrodynamics – equation of continuity and Navier-Stokes equation

10. Ideal fluid - equation of Euler, equation of state and balance of the entropy; theorems of Bernoulli, of Euler, of Kelvin, and of Helmholtz

11. Viscous fluid – Cauchy tensor, mean normal stress, bulk viscosity; Reynolds number; flow around a cylinder

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Dar aos alunos um conhecimento sólido das ideias básicas da mecânica dos meios contínuos e apresentar algumas aplicações aos processos ondulatórios em corpos elásticos e fluidos.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Provide students with solid knowledge about the basic ideas of the mechanics of continuum media and consider some of their applications to dynamics of elastic bodies and fluids.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- L. M. Brekhovskikh, V. Goncharov, Mechanics of Continua and Wave Dynamics, Springer-Verlag, 1994.*
- L. I. Sedov, Mechanics of Continuous Media, Vol. 1, World Scientific, Singapore, 1997.*
- L. E. Malvern, Introduction to the Mechanics of a continuous Medium, Prentice-Hall, Inc, N.J. 1969.*
- J. Lighthill, Waves in Fluids, Cambridge University.*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.
Exame final escrito.*

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures provide the exposition of material, and theoretical-practical classes are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures.
Final written exam.*

Anexo III - Processamento de Sinal**3.3.3.1. Unidade curricular:**

Processamento de Sinal

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

José António Soares Augusto

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- Fundamentos de Sinais e Sistemas*
- Sistemas Analógicos e Equações Diferenciais*
- Transformada de Laplace*
- Sistemas Discretos e Equações às Diferenças*
- Transformada Z*
- Transformada Discreta de Fourier (DFT)*
- Convolução*
- Função de Sistema e Resposta na Frequência*
- Síntese de Circuitos e Sistemas Analógicos*
- Síntese de Filtros Digitais*
- Processamento de Sinal Avançado (selecção de tópicos)*

3.3.3.3. Syllabus:

- 1. General Aspects of Signals and Systems*
- 2. Analogue Systems and Differential Equations*
- 3. The Laplace Transform*
- 4. Discrete Systems and Difference Equations*
- 5. The Z Transform*
- 6. Discrete Fourier Transform (DFT)*
- 7. Convolution*
- 8. System Function and Frequency Response*
- 9. Synthesis of Analogue Circuits and Systems*
- 10. Digital Filter Design Techniques*
- 11. Advanced Signal Processing (selected topics)*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Estudar fundamentos e técnicas utilizados no processamento de sinais analógicos e digitais. Insistir em aspectos importantes do processamento digital de sinais.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To study the fundamentals and the techniques used in modern processing of analogue and digital signals, with a focus on digital signal processing.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

*Papoulis, Circuits and Systems, Holt, Rinehart and Winston, 1980.
Oppenheim, Schaffer, Digital Signal Processing, Prentice-Hall, 1975.
Kunt, Digital Signal Processing, Artech House, 1986.
Oppenheim, Schaffer, Buck Discrete-Time Signal Processing, 2nd ed., Prentice-Hall, 1999.
Oppenheim, Willsky, Nawab, Signals and Systems, 2nd ed., Prentice-Hall, 1996.*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas (2 horas/semana) e prática laboratorial (2 horas/semana) onde os alunos adquirem competências na aplicação de técnicas de processamento de sinal.
Dois testes escritos durante o semestre. Realização de trabalhos e/ou resolução de séries de problemas; avaliação contínua da prática laboratorial; exame final.*

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures (2hrs/week) where theory is exposed and laboratory practice (2 hrs/week) where the students develop skills in the application of signal processing techniques.
Two written tests during the semester, performance and outcome of the proposed tasks in laboratory practice and final written exam.*

Anexo III - Instrumentação

3.3.3.1. Unidade curricular:

Instrumentação

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Guiomar Gaspar de Andrade Evans

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- 1. Instrumentos Electrónicos*
- 2. Realimentação em Circuitos Electrónicos*
- 3. Compensação de Circuitos Electrónicos*
- 4. Fontes de Alimentação*
- 5. Projecto de Filtros Analógicos*
- 6. Malhas de Captura de Fase (PLLs) e Aplicações*
- 7. Controladores Lineares*
- 8. Projecto Assistido por Computador de Circuitos Analógicos e Digitais*

3.3.3.3. Syllabus:

- 1. Electronic Instruments*
- 2. Feedback in Electronic Circuits*
- 3. Compensation of Electronic Circuits*
- 4. Power Sources*
- 5. Analogue Filter Design*
- 6. Phase-Lock Loops (PLLs) and Applications*
- 7. Basic Linear Controllers*
- 8. Computer Aided Design of Digital and Analogue Circuits*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Estudar, a nível avançado, os blocos electrónicos e as matérias importantes em Instrumentação, privilegiando o projecto de circuitos constituintes dos instrumentos

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To study, at and advanced level, the subjects and electronic blocks which are important to Instrumentation, focusing on the design of those electronic blocks.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- *Tietze, Schenk, Electronic Circuits: Design and Applications, Springer-Verl., 1991.*
- *Northrop, Introduction to Instrumentation and Measurements, 2nd ed., CRC, 2005.*
- *Agarwal, Lang, Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits, Morgan-*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (2 h/sem.) e prática laboratorial (2 h/sem.) onde os alunos ganham competências na análise, projecto e teste de circuitos electrónicos de instrumentos.

Realização de trabalhos e/ou resolução de séries de problemas; avaliação contínua da prática laboratorial; exame final.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (2h/week) where the theory is exposed, and laboratory practice (2h/week) where students develop skills in the analysis, design and test of electronic circuits used in instruments.

Evaluation of the design assignments (small projects) and of the performance shown in the laboratory practice, and written final exam.

Anexo III - Campo Electromagnético

3.3.3.1. Unidade curricular:

Campo Electromagnético

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Laura da Silva Maia Gonçalves Palma

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1. *Revisões sobre a Teor. de Maxwell do Electromagn. Potenciais escalar e vector. Transf. de "gauge". Relações de invariância electromagnética.*
2. *Teorema de Poynting e conservação da energia e do momento linear.*
3. *Ondas electromagnéticas. Ondas planas monocromáticas. Polarização.*
4. *Ondas nos meios condutores. Dispersão em meios dieléctricos, condutores e plasmas.*
5. *Fundamentos electrom. da Óptica Geométrica. Equação de eikonal.*
6. *Campo e radiação produzidos por fontes oscilantes localizadas. Campos eléct. e magnét. nas diferentes zonas. Antena linear.*
7. *Ideias fundament. da Teoria da Relat. Restrita. Postulados de Einstein.*
8. *Formulação 4-dimensional Teoria da Relat. Restrita no espaço-tempo de Minkowski.*
9. *Electrodinâm. relativista no vácuo. Invariância da carga eléctrica.*
10. *Transcrição 4-dimensional das equações de Maxwell em Teoria da Relatividade Restrita. Covariância da electrodinâmica.*
11. *Elementos de dinâmica de partículas relativistas.*
12. *Campos multipolares.*

3.3.3.3. Syllabus:

Revision of the Maxwell Theory of Electrodynamics. Vector and scalar potentials. Gauge transformations.

2. Poynting's theorem and conservation of energy and momentum.

3. Electromagnetic waves. Plane monochromatic waves. Polarization.

4. Waves in a conducting media. Dispersion in dielectrics, conductors and plasmas.

5. Electromagnetic foundations of Geometrical Optics. The eikonal equation.

6. Fields and radiation of a localized oscillating source. Electric and magnetic fields in different zones Linear antenna.

7. Basic concepts of Special Theory of Relativity. The Einstein Postulates.

8. 4-dimensional formulation of the Maxwell equations in the Minkowski space.

9. Relativistic electrodynamics in vacuum. Invariance of electric charge.

10. 4-dimensional transcription of the Maxwell equations in the Special Theory of Relativity. Covariance of electrodynamics.

11. Elements of dynamics of relativistic particles.

12. Multipole fields.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Desenvolver a Teoria de Maxwell e aplicá-la ao estudo das propriedades das ondas electromagnéticas. Introduzir a Teoria da Relatividade Restrita e tratar alguns problemas de electrodinâmica relativista e de teoria da radiação electromagnética.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Development of the Maxwell Theory of Electromagnetism. Application to the study of electromagnetic waves. Introduction to the special theory of relativity and study of some problems concerning the dynamics of relativistic particles and theory of radiation.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- **J. Jackson, *Classical Electrodynamics*, J. Wiley, 3rd ed., 1998.**
- **L. D. Landau and E. M. Lifshitz, *The Classic Theory of Fields*, Pergamon Press, 4th ed., 1975.**
- **C. Brau, *Modern Problems in Classical Electrodynamics*, Oxford University, 2003.**
- **M. Born and E. Wolf, *Principles of Optics*, Cambridge University Press, 7th ed., 1999.**

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.

Método de avaliação:

Dois testes escritos realizados durante o semestre (opcional). Exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures.

Assessment methods:

Two tests taken during the semester (optional). Final written examination.

Anexo III - Física e Tecnologia das Radiações

3.3.3.1. Unidade curricular:

Física e Tecnologia das Radiações

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Luís Filipe dos Santos Garcia Peralta

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Teórico- Introdução à física das radiações. Interação de partículas pesadas carregadas com a matéria. Interação de electrões com a matéria. Fenómenos associados a traços carregados. Interação de fótons com a matéria.

Métodos Estatísticos.

Métodos de detecção da radiação. Radiação X. Fontes de radiação e aceleradores. O núcleo atómico. Leis do decaimento radioactivo. Decaimento Alfa, Beta e Gama. Neutrões, fissão e fusão. Radioprotecção.

Prático - Estatística de contagem/Lei do inverso do quadrado da distância. Radioactividade natural. Determinação do tempo de meia-vida do Pa234m. Estudo da atenuação da radiação gama na matéria. Determinação do alcance de electrões. Detecção de fótons com detectores de cintilação. Identificação isotópica. Determinação da actividade de uma fonte radioactiva. Interação de partículas alfa com meios materiais. Fluorescência de raios-X

3.3.3.3. Syllabus:

Interaction of charged particles, photons and neutrons with matter. Statistical methods. Radiation sources.

Radioactive decay law. Alpha, beta and gamma decay. Fission and fusion. Radioprotection.

Inverse square law. Natural radioactivity. Pa234m half-life. Photons interaction with matter. Electron range in matter.

Photon detection with NaI detector. Isotopic determination. Activity determination. Alpha particle interaction with matter. X-ray fluorescence.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Introdução teórica e experimental à Física das radiações ionizantes. Pretende-se que o aluno desenvolva competências na área das radiações de origem natural e artificial.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Introduction to ionizing radiation physics. Students should get skills on natural and man made radiation.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Atoms, Radiation, and Radiation Protection - J. E. Turner (1995)

Introductory Nuclear Physics - K. Krane, Wiley, (1988)

Nuclear Energy : An Introduction to the Concepts, Systems, and Applications of Nuclear Processes - Raymond L. Murray, 5a. ed. Butterworth-Heinemann (2001)

Radiation Detection and Measurement - G.F. Knoll (1979)

Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments - W. Leo (1987)

Measurement and Detection of Radiation - Nicholas Tsoulfanidis, ed. Taylor & Francis (1995)

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas.

Aulas experimentais de laboratório.

Resolução de exercícios.

Relatórios de trabalhos experimentais.

Trabalho escrito final.

Exame final

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes

Laboratory classes

Exercise resolution.

Reports on experimental work

Final written essay.

Final exam.

Anexo III - Ciência e Tecnologia dos Materiais**3.3.3.1. Unidade curricular:**

Ciência e Tecnologia dos Materiais

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Luisa Gomes Ferreira Parames

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Introdução. Ciclo dos materiais e recursos naturais; tipos de materiais. Ligação química e coesão da matéria.

Ligações iónica, covalente, metálica e mista. Sólidos moleculares. Forças de coesão interna. Estr. e organiz. dos

sólidos. Est. fís. da matéria. Est. cristalino. Estrut. cristalinas. Densidades volúmica, planar e linear em células

cúbicas unitárias. Estrut. compactas metais. Posições intersticiais. Org. de cristais iónicos. Estr. de sólidos com

ligações covalentes e iono-covalentes. Estruturas poliméricas. Análise de estruturas cristalinas. Difracção de

raios-X. Imperfeições estruturais. Defeitos pontuais, lineares e bidimens.; sua importância nas propriedades

físicas. Difusão em sólidos. Diagramas de equilíbrio. Transf. de fase em condições de não-equilíbrio. Microscopia

óptica e electrónica de varrimento. Est. electrónica dos sólidos; modelo do electrão livre e bandas de energia.

Semicondutores. Prop. físicas dos materiais; condut. eléctrica e térmica; propriedades ópticas.

3.3.3.3. Syllabus:

Introduction to Materials and Technology. Atomic structure and bonding. Molecular solids. The structure of

crystalline solids. Crystal structures and crystal geometry. Crystal structure analysis. X-ray diffraction.

Imperfections in solids. Diffusion in solids; applications. Phase diagrams. Phase transformation in metals. Optical

microscopy. Scanning electron microscopy. Ceramics. Polymers. Composites.

Free electron model and energy band model. Semiconductors. Electrical properties. Thermal properties. Optical

properties.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

A disciplina de Ciências e Tecnologia dos Materiais pretende dar aos alunos uma visão global das propriedades físicas de materiais, da sua relação com a composição, organização atómica e/ou molecular e microestrutura, e de processos tecnológicos de fabrico, transformação e conversão em produtos acabados.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Knowledge about the internal structure, properties, and processing of materials.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, John Wiley and Sons

Principles of Materials Science and Engineering, W.F. Smith, McGraw-Hill

Phase Transformations in Metal and Alloys, D.A. Porter and K.E. Easterling, Chapman and Hall

Introduction to Materials Science, A.G. Guy, McGraw-Hill

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino presencial. Aulas teóricas (2^h 1 hora) e aulas práticas (1^h 3 horas)

Exame final (60%) e avaliação (40%)

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Expository lectures (2^h 1 hour), and laboratorial sessions (1^h 3 hours).

Final Exam (60%) and lab. evaluation (40%) .

Anexo III - Ciência das Alteração Climáticas**3.3.3.1. Unidade curricular:**

Ciência das Alteração Climáticas

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Filipe Duarte Branco da Silva Santos

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1 – Noções básicas sobre meteorologia e climatologia. Características e composição da atmosfera. Circulação Geral da atmosfera.

2 – Noções básicas sobre o sistema climático e sobre as causas da variabilidade climática.

3 – Balanço energético da atmosfera e dinâmica da atmosfera e dos oceanos.

4 – Forçamento radiativo, efeito de estufa e ciclo do carbono.

5 – História do clima da Terra e análise das principais causas da sua variabilidade. Metodologias de reconstituição dos climas passados. Paleoclimatologia.

6 – Observações recentes de alterações climáticas na atmosfera, criosfera e oceano.

7 – Modelização do sistema climático. Modelos de circulação geral da atmosfera. Modelos dinâmicos e estatísticos.

8 – Cenários climáticos futuros. Projecções de clima à escala global e regional. Incertezas envolvidas nos cenários climáticos.

3.3.3.3. Syllabus:

1 - Basic notions about meteorology and climatology. Composition and characteristics of the atmosphere. General circulation of the atmosphere;

2 - Basic notions about the climate system and the causes of climate variability;

3 - Energy balance in the atmosphere and dynamics of the atmosphere and ocean;

4 - Radiative forcing, greenhouse effect and carbon cycle;

5 - History of the Earth's climate and analysis of the main climate change drivers. Methodologies for the reconstruction of past climates. Paleoclimatology.

6 - Recent observations of climate change in the atmosphere, cryosphere and oceans;

7 - Modeling of the climate system. Global circulation models. Dynamical and statistical models.

8 - Future climate scenarios. Projections at the global and regional scale. Uncertainties involved in the climate scenarios.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Pretende-se que os alunos adquiram as seguintes competências:

1) Noções básicas sobre meteorologia e climatologia;

2) Noções básicas sobre o sistema climático, balanço energético da atmosfera, dinâmica da atmosfera e dos oceanos;

3) Conhecimento e capacidade de argumentar sobre forçamento radiativo, efeito de estufa e ciclo do carbono;

4) Conhecimento e capacidade de argumentar sobre história do clima da Terra e paleoclimatologia;

5) Conhecimento e capacidade de argumentar sobre observações de alterações climáticas na atmosfera, criosfera e oceano;

6) Conhecimentos sobre: Modelização do sistema climático; Modelos de circulação geral da atmosfera; Modelos

dinâmicos e estatísticos.

7) Conhecimentos sobre projecções do clima futuro à escala global e regional

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The students should acquire basic knowledge and skills on the following topics:

- 1 - Meteorology and Climatology;*
- 2 - Climate system, energy balance in the atmosphere, dynamics of the atmosphere and ocean;*
- 3 - Radiative forcing, greenhouse effect and carbon cycle;*
- 4 - History of the Earth's climate and paleoclimatology;*
- 5 - Observations of climate changes in the atmosphere, cryosphere and ocean;*
- 6 - Modeling of the climate system. Dynamic and statistical models;*
- 7 - Future climate projections at the global and regional scale.*

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures – SIAM Project, F.D. Santos, R. Moita and K. Forbes, Gradiva, Lisboa, 2002.

Que Futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente, F.D. Santos 2007, Gradiva, Lisboa, 2007, Assessment of the Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe: The Europe ACACIA Project, M.L. Parry, 2000, ACACIA, Project, Jackson Environment Institute, University of East Anglia, UK.

ACC, Abrupt Climate Change, 2002, National Research Council. National Academy of Sciences, USA.

Impacts of a Warming Arctic. Arctic Climate Impact Assessment, 2002, ACIA, 2004, Cambridge University Press, (<http://www.acia.uaf.edu>).

Forcing of the Cold Event of 8200 Years Ago by Catastrophic Drainage of Laurentide Lakes,: Barber, D.C., A. Dike, C. Hillaire – Marcel, A.E. Jennings, J.T. Andrews, M.W. Kerwin, G. Bilodeau, R. McNeely, J. Southon, M.D. Morehead and G. Gagnon, 1999

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame final individual com peso de 50% e um projecto a realizar em grupos de 2 ou 3 alunos durante o período de leccionação da disciplina e também com um peso de 50% na nota final.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Final exam with a weight of 50% and a project to be made by groups of 2 to 3 students during the lecturing period, also with 50% weight.

Anexo III - Teoria do Risco

3.3.3.1. Unidade curricular:

Teoria do Risco

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Isabel Fraga Alves

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- 1 Nota introdutória*
- 2 Programa*
- 3. Introdução e Breve Nota Histórica*
- 4 Teoria da Utilidade e Seguro*
- 5. Modelos de Risco Individual a curto prazo*
- 6 Modelos de Risco Colectivo para um período*
- 7 Modelos de Risco Colectivo - período genérico*
- 8 Aplicações da Teoria do Risco a Seguros*
- 9 Grandes Indemnizações: somas ou extremos*

3.3.3.3. Syllabus:

- 1 **Introductory Note**
- 2 **Program**
- 3. **Introduction and Brief Historical Note**
- 4 **Theory of the Utility and Insurance**
- 5 **Risk Models**
- 6 **Models of Collective Aggregate Risk for a period**
- 7 **Collective Risk Models - generic period**
- 8 **Applications of the Risk Theory to Insurances**
- 9 **Large Claims: Sums or Extremes**

3.3.3.4. **Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:**

- 1. **nivelador do público alvo: admitindo um conhecimento básico do aluno na área da Probabilidade e da Estatística, rever alguns conceitos básicos envolvendo variáveis aleatórias, modelos probabilísticos clássicos discretos e contínuos (Bernoulli, Binomial, Poisson, Geométrico e Binomial Negativo, Normal, Gama, Beta, Pareto, etc), mistos ou de mistura.**
- 2. **dar alguns conceitos em Seguros sob uma perspectiva da Utilidade**
- 3. **Por fim, motivar o aluno a prosseguir no estudo em Aproximações do Modelo Individual ao Modelo Colectivo e no Efeito do Resseguro na Probabilidade de Ruína; alertar o aluno para a área de Valores Extremos, apresentando a noção de Variação Regular em Caudas Pesadas, realçando a importância desta modelação para o cálculo aproximado do VaR e do Prémio, por exemplo.**

3.3.3.4. **Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:**

- An objective: 1. to equalize the level of the target public: assuming the student knows the basics in the area of Probability and Statistics, to review some discrete and continuous concepts involving random variables, classic probabilistic models (Bernoulli, Binomial, Poisson, Geometric and Negative Binomial, Normal, Gamma, Beta, Pareto, etc), compounds or mixture models.**
- 2. to teach some concepts in Insurances under a perspective of Utility**
- 3. Finally, to motivate the student to continue in the study in Approaches of the Individual Model to the Collective Model and in the Effect of Reinsurance in the Probability of Ruin; to alert the student to the area of Extreme Values, presenting the notion of Regular Variation in Weighed Tails, enhancing the importance of this modelling for the approach calculation of the VaR and the Premium, for example.**

3.3.3.5. **Bibliografia principal:**

- Fraga Alves, M.I. (2005). Teoria do Risco - texto de apoio. Edições CEAUL.**
- *Bowers, N.L. Jr., Gerber, H.U, Hickman, J.C., Jones, D. e Nesbitt, C.J. (1986). Actuarial Mathematics. Chicago. The Society of Actuaries.**
- Beard, R.E., Pentikainen, T. e Pesonen, E. (1977). Risk Theory; The Stochastic Basis of Insurance. London: Methuen.**
- Beirlant, J. Teugels, J.L. e Vyinckier, P.(1996). Practical Analysis of Extreme Values. Leuven University Press.**
- Buhlmann, H. (1970). Mathematical Methods in Risk Theory. New York: Springer.**
- Centeno, M.L. (1995). Teoria do Risco. Textos de Apoio. no9/TA. ISEG. CEMAPRE. Lisboa**
- Centeno, M.L. (2003). Teoria do Risco na Actividade Seguradora. Celta Editora. Oeiras.**
- Cramér, H. (1930). On the Mathematical Theory of Risk. Skandia Jubilee Volume. Stockolm.**
- Daykin, C.D., Pentikäinen, T. e Pesonen, M. (1994). Practical Risk Theory for actuaries. New York: Springer.**
- Embrechts, P., Kluppelberg, C. e Mikosch, T. (1997). Modelling Extremal Events. Springer-Verlag.**

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

- Aulas Teóricas e Teórico-práticas, complementadas com slides, quadro e em que os estudantes são chamados a resolver problemas.**
- Trabalho individual com 5 questões propostas, para realização em casa.**
- Avaliação**
- Avaliação continua(85%)+Exame final escrito(15%)**

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

- Theoretical and Theoretical-Practical LESSONS, implemented with : slides, blackboard, and students also called to solve questions.**
- 5 questions are proposed for individual written work, at home.**
- Evaluation**
- Continuous evaluation (ce)+Final written exam (fwe)**
- Mark=max(fwe), 85%(cef)+15%(ce))**

Anexo III - Dosimetria e Protecção Radiológica

3.3.3.1. Unidade curricular:

Dosimetria e Protecção Radiológica

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Luis Filipe dos Santos Garcia Peralta

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Teórica

- 1. Deposição de energia na matéria por radiações ionizantes.*
- 2. Introdução à simulação Monte Carlo. Transporte da radiação ionizante.*
- 3. Medida da Fluência e Fluência Energética.*
- 4. Kerma e Dose.*
- 5. Teoria da cavidade.*
- 6. Dosimetria com radionuclídeos.*

Prática

- 1- Introdução à Simulação Monte Carlo. Instalação do software. O programa Penelope.
Simulação da dose depositada por um feixe de fótons.*
- 2- Dosimetria com câmaras de ionização
Protocolo de estabilidade das câmaras de ionização.
Dosimetria de área*

3.3.3.3. Syllabus:

Theoric

- 1. Energy deposition in the matter. 2. Introduction to Monte Carlo. 3. Fluency. 4. Kerma, dose. 5. Cavity theory. 6 Dosimetry with radioisotopes. 7. Dosimetric methods. Chemical and biological effects. Radioprotection. Legislation.*

Pratice

Introduction to Monte Carlo. Dosimetry with ionization chambers. X-ray beam quality. Other dosimetry methods

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Pretende-se dar um panorâmica actual do estado da dosimetria e da protecção radiológica. Pretende-se que os alunos ganhem competências teóricas e práticas ao nível da dosimetria pessoal e de área e que entrem em contacto com alguns dos equipamentos usados neste campo.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

A modern view on dosimetry and radioprotection.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

J. R. Greening, Fundamentals of Radiation Dosimetry, 2a ed. Taylor and Francis, 1985

J. E. Turner, Atoms, Radiation, and Radiation Protection, 2a ed. John Wiley 1995

Radiation Oncology: A handbook for Teachers and Students, E.B. Podgorsak Technical Editor, IAEA, Viena 2005

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas.

Resolução de exercicios.

Aulas de laboratório de computação.

Aulas de laboratório experimental.

Resolução de exercicios

Relatórios das actividades laboratoriais

Apresentação oral de um trabalho

Exame final

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes. Exercise resolution. Computation laboratory. Experimental laboratory.

Exercises. Experiment Reports. Oral presentation of a chosen topic. Final exam.

Anexo III - Qualidade Ambiente e Segurança

3.3.3.1. Unidade curricular:*Qualidade Ambiente e Segurança***3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):***Maria José Vitoriano Lourenço***3.3.3.3. Conteúdos programáticos:**

A Qualidade. Historial do Sistema Português da Qualidade (SPQ). Normalização, Qualificação e Metrologia (Fundamental, Legal e Aplicada). Função da Metrologia nas empresas. Definições de instrumentação, equipamento e sensor. Métodos de medição. Acreditação, Certificação e outros tipos de Qualificação. Norma NP EN ISO/IEC 17025. Introdução aos sistemas de Gestão da Qualidade: Normas ISO 9000; 14001 e EMAS - Aplicação às empresas. Qualidade Total. Materiais de referência. Calculo de incertezas na medição. Segurança industrial. Conceitos e Legislação. Triângulo da segurança. Segurança integrada. A lei-quadro de segurança, higiene e saúde no trabalho; o conceito de ergonomia. Análise de riscos. Primeiros Socorros. Auditorias de segurança.

3.3.3.3. Syllabus:

Quality. History of the Portuguese Quality System (SQQ). Standardization, Qualification and Metrology (Fundamental, Legal and Applied). Metrology in the companies. Definitions of instrumentation, equipment and sensor. Measuring methods. Accreditation, Certification and other types of Qualification. Standard NP EN ISO/IEC 17025. Introduction to the Quality Management Systems: Standards ISO 9000; 14001 and EMAS – Application to the companies. Total Quality. Reference Materials. Measurement uncertainty calculations. Safety and Security. Concepts and Legislation. Security triangle. Integrated security. Law of Safety and Security, Hygiene and Health in the working place; the ergonomic concept. Risk analysis. First Aid. Safety and Security audits.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Dotar os estudantes com os conhecimentos básicos nas seguintes áreas: Qualidade (Metrologia, Acreditação, Certificação e Normalização), sejam nas suas bases científicas (caso da Metrologia e das incertezas das medições), empresariais, organizativas e de gestão; Ambiente, nos temas da classificação, reciclagem e encaminhamento dos resíduos produzidos pelas indústrias; Segurança, nomeadamente na industrial, legislação e normas, abordagem sistémica a ergonomia. Auditorias.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To endow students with the basic knowledge in the following areas: Quality (Metrology, Accreditation, Certification and Standardization), both on the scientific basis (as in Metrology and measurement uncertainty), enterprise, organizational and management. Environment, waste classification, recycling and guiding of the residues produced for the industries; Security and Safety, namely industrial, legislation and standards, the systemic approach and ergonomics. Audits.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Trading with and within Europe - The benefits of standards and European standardization in a global context, Paul Temple and Geoffrey Williams, CEN (2002); Metrology in Short, Euromet, 2004. Measurement and Calibration Requirements, Alan S. Morris, G. R. Turner, J. M. Askey, Eds., John Wiley & Sons (1997). Total Quality in the Chemical Industry, The Royal Society of Chemistry, London, (1992); Manual de Higiéne e Segurança do Trabalho, Alberto Sérgio S. R. Miguel, Porto editora, 6ª edição (2002); Artigos científicos, legislação, revistas e várias normas e guias.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Lições e acompanhamento.
2 Testes e perguntas surpresa.*

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures and accompanying work
2 Tests and surprise questions.*

Anexo III - Fotónica**3.3.3.1. Unidade curricular:***Fotónica***3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):***José Manuel Rebordão*

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- 1 – *Equações de Maxwell*
- 2 – *Óptica guiada*
- 3 – *Lasers semicondutores*
- 4 – *Óptica não-linear*

3.3.3.3. Syllabus:

- 1 – *Maxwell equations*
- 2 – *Optical waveguides*
- 3 – *Semiconductor Lasers*
- 4 – *Nonlinear optics*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

*Fornecer os conceitos fundamentais e o desenho qualitativo das configurações que estão na base das principais aplicações da luz (fotónica) no século XXI.
Identificar e descrever as funções passíveis de implementação óptica no contexto das tecnologias da sociedade de informação (tais como, por exemplo, comunicações, comutação, processamento, interconexões, redes).
Clarificar os domínios (sobreponíveis) associados à optoelectrónica, fotónica, óptica quântica e nano-óptica, tanto em termos científicos e tecnológicos, como industriais.*

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

*Describe the basics and fundamental concepts underlying the main applications of light (photonics) in the XXI century.
Identification and modeling of the most important information technology functions which can be implemented optically (e.g., communications, commutation, processing, interconnecting, networking).
Clarify the boundaries between the overlapping concepts of optoelectronics, photonics, quantum optics, nanooptics, in scientific, technological and industrial contexts.*

3.3.3.5. Bibliografia principal:

*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).
K.D. Moller, **Optics, Learning by Computing with Examples (Mathcad, Matlab)**, Springer, 2003
Encyclopedia of Laser Physics (<http://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>)*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*T - **Exposição da matéria, e aulas de laboratório para contacto com a manipulação de feixes laser na exploração da fenomenologia básica da óptica.**
L - **Algumas experiências de óptica guiada, com lasers díodo e de deteção de radiação laser. Modelação de componentes e subsistemas fotónicos em Matlab.***

Avaliação: Trabalho / projecto pessoal escrito e a apresentar oralmente (60%). Caderno de Laboratório (40%).

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

*T - **Lectures which will provide the explanation of the relevant material.**
L - **In laboratory classes students will actually manipulate laser beams to study the basic phenomenology of optics and photonics. Experiments on guided optics, semiconductor lasers and detection. Modeling components and photonics subsystems with Matlab.***

Evaluation: Written personal project also presented in class (60%). Laboratory note book (40%).

Anexo III - Nanofísica

3.3.3.1. Unidade curricular:

Nanofísica

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Margarida Colen Martins Cruz

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução: o âmbito da Nanofísica*
2. *Conceitos básicos no estudo dos sólidos.*
3. *Semicondutores e dispositivos.*
4. *Sistema nano-estruturado 2d .*
5. *Sistema nano-estruturado 1d.*
6. *Transporte balístico. Conexão com o transporte difusivo.*
7. *Coerência de fase - Transporte versus transmissão*
8. *Transporte eléctrico por efeito de túnel – Bloqueio de Coulomb*
9. *Efeito do campo magnético nos estados electrónicos*
10. *Efeito Hall quântico*
11. *Sistemas 0D – agregados nanométricos*
12. *Propriedades ópticas*
13. *Técnicas de produção e análise: Automontagem / Nanolitografia / Microscopia de Efeito de Túnel /Microscopia de Força Atómica*
14. *Sistemas específicos: Grafeno / Nanotubos de carbono / Fullerenos / Nanopartículas / Filmes finos / Multicamadas*
15. *Aplicações específicas: Propriedades magnéticas das nanopartículas / Electrónica de spin / Electrónica molecular / Simulação numérica no cálculo de nano-estruturas / Computação Quântica*

3.3.3.3. Syllabus:

1. *Introduction: The object of Nanophysics.*
2. *Basic principles in Solid State Physics.*
3. *Semiconductors and devices.*
4. *2d nano-sized systems.*
5. *1d nano-sized systems.*
6. *Ballistic transport. Connection with diffusive transport.*
7. *Electronic Phase Coherence. Transport Versus transmission.*
8. *Resonant tunnelling. One electron transport. Coulomb blockade.*
9. *The influence of magnetic field in the electronic states.*
10. *Quantum Hall Effect.*
11. *Nano-sized particles: general physical properties.*
12. *Optical properties of nanoparticles.*
13. *Production and Characterization techniques: Self-assemblage / Nanolithography / Scanning Tunneling Microscopy (SEM)/ Atomic Force Microscopy (AFM).*
14. *Important systems: Graphene / Carbon nanotubes / Fullerenes / Nanoparticles / Thin films / Multilayers.*
15. *Important applications: Magnetic nanoparticles / Spin electronics / Molecular electronics / Quantum computation.*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

A introdução dos conceitos fundamentais principais no estudo das propriedades electrónicas de sistemas nano-estruturados. Estudo de alguns fenómenos característicos da Física de sistemas nanométricos: efeito Hall quântico e Bloqueio de Coulomb. Apresentação das técnicas experimentais associadas à produção e caracterização dos sistemas nanométricos, focando os princípios físicos em que se baseiam. Os alunos adquirirão competências para iniciar trabalho nas áreas relacionadas com Nanofísica e Nanotecnologia, conseguindo, para além de conhecer os princípios físicos básicos, entender muitos dos artigos científicos e livros publicados nesta área, que lhes permitirão complementar o conhecimento específico necessário.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The course is an introduction to basic principles in the study of the electronic properties of nano-structured systems, including an introduction to the physical properties of nano-particles and an overview of the experimental techniques for their production and characterization. Particular phenomena of these systems like quantum Hall effect and Coulomb blockade governing single electron transport will be presented. Students will learn the basic principles of the physics of nano-sized systems and will be able to begin research work in the area of nanotechnology. Also, being able to read and workout most of the scientific papers and books in the related areas, they will have no major difficulties in complementing the specific knowledge required.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- C. Dupas, P. Houdy, M.Lahmani, "Nanoscience: Nanotechnologies and Nanophysics", Springer*
C.Kittel, "Introduction to Solid State Physics", John Wiley & Sons, 8th ed
J. M. Martínez-Duart, R.J. Martin Palma, F. Agullo Rueda, "Nanotechnology for Microelectronics and Optoelectronics", Elsevier
S. Datta, "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", Cambridge Univ. Press
Yoseph Imry, "Introduction to Mesoscopic Physics", Oxford Univ. Press

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas: exposição das matérias; aulas teórico-práticas: resolução de alguns problemas exemplificativos; tarefas: séries semanais de problemas resolvidos pelos alunos durante as TP's.

Avaliação: A classificação final será obtida pela média pesada de três componentes :

- 1. Resolução de problemas curtos realizados nas aulas práticas (25%)*
- 2. Discussão e análise de artigos propostos - 3 durante o semestre (25%)*
- 3. Realização de um trabalho escrito e uma exposição oral sobre um tema a seleccionar após o primeiro mês de funcionamento da disciplina dos temas incluídos nos pontos 13 a 15 do programa. (50%)*

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical lectures: oral presentation of the subjects;

Problem discussing classes (TP): Some illustrative problems will be solved and discussed with the students. 10% of the time will be used for students' evaluation.

Student weekly task: Workout of proposed problems.

Grading: grading is calculated in a 0-20 scale, as an weighted average of the separated grading of three evaluation components:

- 1. Short questions individually solved during the TP classes (25%)*
- 2. Written discussion and analysis of proposed scientific papers - 3 during the semester period (25%)*
- 3. Written work and oral presentation of a theme selected from the discipline summarized content, items 13 to 15. (50%)*

Anexo III - Economia e Gestão

3.3.3.1. Unidade curricular:

Economia e Gestão

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Luis Alberto Araújo Bernardino

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

PARTE I: Enquadramento e Gestão das Organizações

PARTE II: Áreas da Gestão das Organizações

PARTE III: A Gestão Estratégica das Organizações

3.3.3.3. Syllabus:

PART I: Background and Organizational Management

PART II: Areas Management Organizations

PART III: The Strategic Management of Organizations

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Dar uma perspectiva da estrutura, organização e características das economias e da previsão da sua evolução a curto e médios prazos. Perante aquelas situações e perspectivas, apresentar e discutir como se devem organizar e agir as organizações para aproveitarem, com maior eficiência, as oportunidades que se oferecem e defender-se eficazmente das ameaças que irão enfrentar. A referida apresentação, será primeiramente efectuada numa perspectiva global e, seguidamente, pelas funções essenciais.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Giving an overview of the structure, organization and characteristics of the economies and forecast its short and medium term. Faced with those situations and perspectives, present and discuss how to organize themselves and act to take advantage of organizations, with greater efficiency, the opportunities here and defend themselves effectively against threats that will face. This presentation will first be made on a global perspective and then to the essential functions.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Kotler, Philip - Principios de Marketing - 12ª ed. - Ed. Pearson Prentice-Hall

Martins, António - Introdução à Gestão de Organizações - 2ª ed. - Ed. Vida Económica

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame final e trabalho opcional

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Final exam and optional work

Anexo III - Óptica Aplicada e Lasers

3.3.3.1. Unidade curricular:

Óptica Aplicada e Lasers

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

José Manuel Nunes Vicente Rebordão

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1 – Lasers

a) Princípios fundam. dos lasers: emissão estimulada e espontânea, inversão de populações; equilibr. térmico, estatística de Boltzmann; riscas homogéneas e não homogéneas; amplificação óptica; lasers de três e quatro níveis; equações fundamentais; coerência.

b) Eng. dos Lasers: feixes gaussianos (Hermite, Laguerre, Bessel); cavidades ressonantes; estabilidade, bombeamento, amplificadores, tipos de lasers (gasosos, sólidos, semicondutores, excímeros, pico e femtosegundo); segurança laser.

c) Aplicações dos Lasers (lista meramente indicativa): científicas (metrologia, geodesia, fusão, instrumentação activa, ...), industriais e comerciais (materiais, comunicações, sistemas de consumo), biomédicas (cirurgia, estimulação, manipulação celular).

2 – Metrologia Óptica

a) Metrologia interferométrica;

b) Metrologia baseada em fibras ópticas, em impulsos ou na geometria do sistema luminoso, em difracção e em óptica incoerente: Moiré, luz estruturada

3.3.3.3. Syllabus:

1 – Lasers

a) Principles of lasers: spontaneous and stimulated emission, population inversion; thermal equilibrium and Boltzman statistics; homogeneous and non-homogenous spectral profiles; optical amplification; laser architectures ; main dynamic equations; coherence.

b) Laser engineering: gaussian beams; ressonant cavities; stability; pumping; amplifiers; types of lasers; laser safety;

c) Laser Applications: scientific (metrology, geodesy, nuclear fusion, active instrumentation, ...); industrial and commercial (materials, communications, mass manufactured goods); biomedical.

2 - Optical Metrology

Architectures, applications and uncertainties for some of the following families of applications:

a) Interferometric metrology;

b) Fiber optics sensors

c) Metrology based on pulsed lasers or on the system beam geometry

d) Diffraction metrology

e) Incoherent optical metrology: Moiré, structured light

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

"1 - Introduzir os modelos físicos adequados à compreensão dos princípios de funcionamento, tipologia e propriedades dos lasers, de modo a perspectivar futuras actividade de projecto de engenharia em sistemas que incluam lasers.

2 - Introduzir os alunos à grande variedade de aplicações dos lasers, de modo a facilitar o seu futuro envolvimento profissional em situações em que os lasers sejam instrumentais e viabilizadores de processos, produtos e serviços.

3 – Viabilizar a compreensão da relação entre as variáveis luminosas moduláveis pela situação experimental e a arquitectura e limites de funcionamento e de incerteza das situações metrológicas baseada em radiação coerente ou incoerente.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

"1 – Clarify the physical models required to the understanding of the operation of lasers, as well as their typology and laser characteristics, in order to prepare students for engineering projects including lasers.

2 – Present and discuss the wide family of applications of lasers, in order to prepare students for their potential future enrolment whenever lasers are instrumental to develop new processes, products or services.

3 – Help students understanding the relation between light properties modulated by the experimental situation and the architecture, typical ranges and uncertainties of the optical metrology systems based either in coherent or incoherent radiation."

3.3.3.5. Bibliografia principal:

"Bass M, Handbook of Optics (McGraw Hill, 2009)
Hecht E., Optics (4ed, Addison-Wesley, 2003; Gulbenkian, 2000)
Gasvik K., Optical Metrology (3ed, Wiley, 2002)
Malacara D., Optical Shop Testing (Wiley, 1992)
Saleh B., Teich M., Fundamentals of Photonics (Wiley, 2007)
Webb C.E., Jones J.D.C. (eds), Handbook of Laser Technology and Applications, (IOP, 2004).
Trager F., Handbook of Lasers and Optics (Springer, 2007).
Encyclopedia of Laser Physics (<http://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>)"

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

"T - Apresentação de aspectos básicos e sistemática
L – Manipulação de feixes laser, compreensão das variáveis que podem ser usadas em metrologia óptica: intensidade, fase, polarização e frequência. Exemplos de situações de medida e respectiva quantificação.

Avaliação – Caderno de Laboratório. Exame escrito"

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

"T – Overview of basic principles and systematics
L – Laser beam manipulation, understanding of the light properties that can be used for optical metrology: intensity, phase, polarization and frequency. Optical metrology situations and quantification of the measurement.

Evaluation: Laboratory workbook. Written examination"

Anexo III - Sensores**3.3.3.1. Unidade curricular:**

Sensores

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Manuel Abreu

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Características gerais de sensores e sua classificação por famílias, de acordo com vários critérios. Sistemas de especificações. Materiais sensoriais. Fenómenos de conversão. Ruído. Aplicações (presença, movimento, posição, deslocamento, velocidade, aceleração, força, tácteis, pressão, fluxo, acústicos, luz, radiação, temperatura, químicos, ...). Sistemas de condicionamento de sinal, aquisição e controlo. Integração de sensores. Sensores interferométricos (radiação EM).

3.3.3.3. Syllabus:

General characteristics of sensors and their classification by families, according to various criteria. Systems specifications. Sensor materials. Conversion phenomena. Noise. Applications (presence, movement, position, displacement, velocity, acceleration, force, touch, pressure, flow, acoustic, light, radiation, temperature, chemical, ...). Signal Conditioning, signal acquisition and control. Integration of sensors. Interferometric sensors (EM radiation).

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

"Os sensores como interfaces entre sistemas reais e os circuitos electrónicos. Relação entre especificações externas (determinadas pela aplicação) e os subsistemas sensoriais, conhecidas as características de sistema destes últimos, independentemente da tecnologia utilizada. Modelação e avaliação do comportamento do sensor integrado num sistema. Metricas para optimização, controlo e decisão.

Competência para seleccionar e integrar um sensor num sistema. Conhecimento de um mercado de aplicações, industrial e de emprego gigantesco (>12 B US\$), que afecta todos os domínios sem excepção."

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

"Sensors as interfaces between real systems and electronic circuits. Relation between external specifications (determined by application) and sensor subsystems, known characteristics of the latter system, regardless of the technology used. Modeling and performance evaluation of an integrated sensor system. Metrics for optimization, control and decision.

Competence to select and integrate a sensor in a system. Knowledge of market applications, industrial and

employment giant (> 12 B U.S. \$), which affects all areas without exception."

3.3.3.5. Bibliografia principal:

"Fraden J, Handbook of Modern Sensors - Physics, Designs, and Applications (3ª ed, Springer, 2004)

Webster J G, The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook (CRC, 1998)

Pallaas-Areny, R, Webster J G , Sensors and signal conditioning (2nd ed Wiley 2001) "

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

"T - Apresentação de aspectos básicos e sistemática

TP - Trabalho individual, com apoio do docente

L - Desenvolvimento de um protótipo (conversão formatação analógica)

Avaliação - Protótipo modelado, caracterizado e respectivo descritivo. Defesa oral. Alunos organizados por grupos não superiores a 3 elementos"

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

"T - Presentation of the basic and systematic

TP - Individual work with the support of teachers

L - Development of a prototype (converting analog format)

Rating - Prototype modeled, characterized, and their description. Oral defense. Students organized by groups of no more than 3 elements"

Anexo III - Engenharia da Medida

3.3.3.1. Unidade curricular:

Engenharia da Medida

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Alexandre Cabral

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

A medida em Física.

Análise dimensional.

Teoria da estimação (mínimos quadrados, ...).

Modelos lineares e não lineares. Estatística avançada.

Métodos de compensação e de gestão de redundância em metrologia.

3.3.3.3. Syllabus:

The measurement in physics.

Dimensions analysis.

Theory of estimation (least squares, ...).

Linear and non-linear models. Advanced statistics.

Methods of compensation and management of redundancy in metrology.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Medir é um dos actos 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. Para isso, os alunos deveram entender os conceitos de unidade de medida e o sistema internacional, os conceitos de erro e incerteza na medição, e toda a problemática da calibração de um sistema de medição.

Para além do conhecimento de todos os conceitos metrológicos subjacentes ao acto de medir, serão analisados 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.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To measurement 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. For that, students must 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 all 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, in industrial processes is guided by regulatory systems control quality.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

"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"

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

T - Apresentação de aspectos básicos e sistemática

TP - Trabalho individual, com apoio do docente

L - 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"

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

T - Presentation of the basics and systematic (?)

TP - Individual work with the teacher support

L - 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"

Anexo III - Sistemas de Imagem

3.3.3.1. Unidade curricular:

Sistemas de Imagem

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

José Manuel Nunes Vicente Rebordão

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1-Amostr. em 2D. Teorema de Shannon. Rep. formais de dados discretos. Descrição da entrada de um sistema e escolha das variáveis de representação. Sist. e sua classificação (lineares, causais, invariantes). Resposta de um sist. ópt. em termos da PSF e da OTF ou MTF. Relação entrada / saída.

2-Formação de imagem: Repres. de objectos. Model. de difracção e de propagação da luz Efeitos das aberrações sobre a PSF e/ou MTF. Noções simplificadas da teoria da coerência. Repres. dos sist. coerentes e incoerentes. Função pupila.

3-Arquitect. de sistemas ópticos: formação de imagem, colecção de luz, espectroscópicos; com ou sem varrimento, activos ou passivos, adaptativos, monocromáticos / multi / hiperespectrais, abertura única ou múltipla.

4-Descrição de sist. ópticos em termos de sens., tolerâncias, resposta em tempo/frequência, ruído, interfaces, etc.

5-Noções básicas de process. digital de imagens.

6 – Ex. nos domínios da metrologia industrial imagem, ambiente, astrofísica, espaço.

3.3.3.3. Syllabus:

"1 – Sampling in 2D: Shannon theorem. Representation of discrete data. Input and representation variables.

Classification of systems (linear, causal, invariant. System response in terms of PSF and OTF or MTF. Relation between input and output using Fourier integrals.

2 – Imaging: representation of objects. Diffraction and propagation models. Effects of aberrations on PSF and MTF. Basic concepts of coherence theory. Description of incoherent and coherent imaging. Pupil function.

3 – Architectures of optical systems: imaging and non-imaging, spectroscopic, scanning, active or passive, confocal, adaptative, mono/multi/hyperspectral, monolithic or synthetic aperture.

4 – Description of systems in terms of sensitivity, tolerances, time and frequency response, noise, interfaces, etc.

5 – Introduction to digital image processing.

6 – Examples from image-based industrial metrology, environment, space, astrophysics."

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

"Pretende-se:

- Apresentar os conceitos básicos de teoria de sistemas ópticos de modo a fornecer uma abordagem coerente aplicável às principais áreas de aplicação.

- Permitir que os alunos entendam os aspectos sistémicos que apoiam as especificações básicas de um sistema (resolução, sensibilidade, resposta dinâmica, funções descritivas, etc)

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

"The objectives are:

- To disclose the basic principles of optical imaging in order to ensure a system approach to the most relevant applications using light*
- Help students understanding the physical basis of system specifications (resolution, sensitivity, dynamic response, etc) and corresponding tradeoffs.*

3.3.3.5. Bibliografia principal:

*"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)
Allison W., Fundamental Physics for Probing and Imaging (OUP, 2006)
Bass M, Handbook of Optics (McGraw Hill, 2009)
Williams T, The Optical Transfer Function of Imaging Systems (Taylor & Francis, 1998)
James J, Spectrograph Design Fundamentals (CUP, 2007)
Hill J., Mégier J., Imaging Spectrometry, a Tool for Environmental Observations (Springer, 2007)
Tyson R., Adaptive Optics Engineering Handbook (Dekker, 2000)"*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

"T - Apresentação de aspectos básicos e sistemática

*TP - Desenvolvimento de modelos numéricos para resolução de problemas ou para processamento de imagens
L – Situações de formação de imagem e de caracterização de sistemas ópticos*

Avaliação – Caderno de laboratório. Realização de 2 mini-projectos entre óptica (ZEMAX), modelos funcionais ou processamento de imagem (Matlab). Defesa oral. Alunos organizados por grupos não superiores a 2 elementos."

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

"T – Overview of basic principles and systematics

*TP – Development of numerical models to support problem solving or image processing
L – Imaging and characterization situations*

Evaluation: Laboratory workbook. 2 mini-projects to be selected between optics (ZEMAX), functional modeling or image processing (Matlab). Oral presentation. Groups of 2 students, at most."

Anexo III - Padrões e Cadeias de Rastreabilidade

3.3.3.1. Unidade curricular:

Padrões e Cadeias de Rastreabilidade

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Alexandre Pereira Cabral

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

A evolução da metrologia: passado, presente e futuro. Roadmap do BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) para a implementação de padrões primários. Implementação física actual dos padrões primários de comprimento, massa, tempo, corrente eléctrica, intensidade luminosa, temperatura e mole, e principais sistemas candidatos de substituição. Análise das cadeias de rastreabilidade nos vários domínios da metrologia primária. Materiais de referência: produção, manipulação, contextos de utilização.

3.3.3.3. Syllabus:

The evolution of metrology: past, present and future. BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) roadmap for the implementation of primary standards. Physical implementation of the current primary standards of length, mass, time, electric current, luminous intensity, temperature, and mole, and main replacement candidates. Analysis of traceability chains in the various fields of primary metrology. Reference materials: production, handling, application contexts.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Esta UC deve levar os alunos a entender as actuais e futuras implementações dos padrões primários das principais

grandezas físicas, bem como os processos seguidos para estabelecer a rastreabilidade às diferentes escalas - processos em evolução tão rápida quanto a dos padrões primários.

Em paralelo, procurar-se-á familiarizar os alunos com a especificidade de criação e da utilização de padrões e materiais de referência, elementos essenciais para a auto-validação do sistema de laboratórios primários ou acreditados à escala internacional.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The UC should lead students to understand current and future implementations of the primary standards of the main physical quantities as well as the procedures followed to establish traceability to different scales - evolving as fast as the primary standards.

In parallel, students should be familiarized with the specificity of creation and use of standards and reference materials, essential elements for the validation of primary and accredited laboratories at an international scale.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Gupta S V, "Units of Measurement - Past, Present and Future. International System of Units", Springer, 2009

Maleki I, "Frequency Standards and Metrology", World Scientific, 2009

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

T - Apresentação de aspectos básicos e sistemática

TP - Desenvolvimento de modelos numéricos

Avaliação - Análise de uma grandeza particular, do padrão primário à cadeia de rastreabilidade. Defesa oral. Alunos organizados por grupos não superiores a 2 elementos

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

T - Presentation of the basics and systematic (?)

TP - Individual work with the teacher support

Evaluation - Analysis of a particular unit, from the primary standard to the traceability chain. Oral presentation. Students organized by groups of no more than 2 elements

Anexo III - Gestão de Projectos e Tecnologia

3.3.3.1. Unidade curricular:

Gestão de Projectos e Tecnologia

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

José Cabrita Freitas

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

A Engenharia, a tecnologia e o desenvolvimento nas organizações

Enquadramento de objectivos numa óptica de planeamento estratégico da organização.

Avaliação do contexto da actividade face a factores críticos de sucesso que advenham da sua execução.

Organizar, planear e acompanhar as actividades do projecto em função dos resultados, face à envolvente da temática, aos factores humanos, à incerteza e ao risco associado à actividade.

Planeamento e orçamentação de actividades

Formulação dos aspectos associados à qualidade e a factores ambientais.

Equipas e liderança.

Identificar métricas para melhorar os processos e avaliar o desempenho do projecto

Contextos de financiamento nacionais e internacionais.

Divulgação de resultados, interna e externa.

Propriedade Intelectual.

3.3.3.3. Syllabus:

Engineering, technology and development inside organizations

Definition of objectives under a strategic planning perspective of the organization.

Evaluation of the activity to be performed against the critical success factors arising out of the project implementation.

Organize, plan and monitor project activities in accordance with the results, given the environment of the subject, human factors, the uncertainty and risk associated with the activity.

Planning and budgeting.

Formulation of aspects associated with quality and environmental factors.

Teams and leadership.**Identify metrics to improve processes and evaluate the performance of the project****Contexts of national and international funding.****Dissemination of results, internal and external.****Intellectual Property aspects.****3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:*****Esta UC visa informar os alunos da miríade de considerações que, de um modo ou outro, se apõem / sobrepõem às considerações estritamente científicas e tecnológicas, fazendo entender quais as formas tradicionais de gestão dos processos de inovação nas empresas ou de desenvolvimento em organizações, as respectivas métricas, as inter-relações com outros departamentos, etc.******Dotar os alunos de competências e de ferramentas que lhes permita montar um projecto de engenharia ou de inovação tecnológica.*****3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:*****This Course Unit aims to inform students of the myriad of considerations that, in one way or another override the strictly science and technology context, making them to understand traditional forms of management of the innovation or development processes in companies and organizations, their metrics, the interrelationships with other departments, etc..******Provide the students with skills and tools to enable them to setup a engineering or technological innovation project.*****3.3.3.5. Bibliografia principal:*****Handbook of Technology Management, Gerard H. Gaynor, 1996, McGraw-Hill Professional; ISBN-10: 0070236194******Essential Managers: Project Management, Andy Bruce, Ken Langdon, 2000, ISBN 078945971X******Project Risk Management - Processes, Techniques and Insights, Chris Chapman, Stephen Ward, 2003, ISBN: 0470853557******Fundamentals of Technology Project Management, Colleen Garton, 2005, ISBN: 1583470530******The Definitive Guide to Project Management (2nd Edition), Sebastian Nokes, Sean Kelly, 2007, ISBN: 0273710974******The Fast Forward MBA in Project Management (3rd Edition), Eric Verzuh, 2008, ISBN: 0470247894******Brilliant Project Management: (Revised Edition), Stephen Barker, Rob Cole, 2009, ISBN: 0273722328 / 978-0273722328*****3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*****T - Apresentação de aspectos básicos e sistemática******TP - Trabalho individual, com apoio do docente******L - Realização de trabalhos laboratoriais******Avaliação - Construção de um projecto. Defesa oral. Alunos organizados por grupos não superiores a 2 elementos*****3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):*****T - Presentation of the basic and systematic related aspects******TP - Individual work with the support of teachers******L - Laboratory work******Assessment - Setup of a project. Oral presentation. Students are organized in groups of no more than 2 elements.*****Anexo III - Sistemas Magnéticos****3.3.3.1. Unidade curricular:*****Sistemas Magnéticos*****3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):*****Maria Margarida da Fonseca Beja Godinho*****3.3.3.3. Conteúdos programáticos:*****1. Comportamento magnético dos materiais******2. Origem atómica do magnetismo; momentos magnéticos permanentes******3. Paramagnetismo de iões livres: teoria clássica de Langevin e lei de Brillouin******4. Iões numa rede cristalina; anisotropia magnetocristalina******5. Interação de troca; ordem a longa distância; ferromagnetismo e antiferromagnetismo; modelos de campo molecular******6. Descrição fenomenológica da anisotropia magnética; anisotropia de forma e anisotropia de superfície******7. Contribuição dos electrões de condução; paramagnetismo de Pauli; magnetismo itinerante; critério de Stoner;***

interacção RKKY; interacções competitivas; frustração magnética

8. Materiais e aplicações; métodos experimentais

9. Baixa dimensionalidade; filmes e multicamadas magnéticas; acoplamento entre camadas

10. Magnetoresistência gigante; magnetoresistência colossal Spintrónica; Aplicações.

3.3.3.3. Syllabus:

1. Materials magnetic behavior

2. Atomic origin of magnetism; permanent magnetic moments

3. Paramagnetism of isolated ions: Semiclassical treatment. The Brillouin function

4. Crystal field; magnetocrystalline anisotropy

5. Exchange interaction; long range order; ferromagnetism and antiferromagnetism; molecular field models

6. Magnetic anisotropy - phenomenological approach; shape anisotropy and surface anisotropy

7. Role of conduction electrons; Pauli spin paramagnetism; itinerant electron magnetism; Stoner criterion; RKKY interaction; competing interactions; magnetic frustration.

8. Materials and applications; experimental techniques

9. Low dimensional systems; magnetic films and multilayers; interlayer coupling.

10. Giant Magnetoresistance (GMR); Colossal Magnetoresistance (CMR); Spintronics; applications.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Apresentar os conceitos fundamentais utilizados para o estudo de sistemas magnéticos e familiarizar os alunos com aplicações actuais

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The course is an introduction to basic principles in the study of magnetic systems and their applications.

Students will learn the fundamentals of the physics of magnetism and will be familiar with some of the most recent applications of magnetic systems.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Magnetism in Condensed Matter, Stephen Blundell, Oxford University Press

Introduction to Magnetic Material, by B. D. Cullity, C. D. Graham, John Wiley and sons

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Método de ensino:

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas de laboratório, que são utilizadas para obter informação sobre as propriedades físicas dos sistemas tratados e para familiarizar os alunos com as técnicas experimentais associadas.

Avaliação: Testes escritos durante o semestre (opcional). Exame final escrito. Relatório escrito e apresentação oral da actividade laboratorial realizada.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical lectures: oral presentation of the subjects

Laboratory classes: the students will be able to use some of the experimental techniques presented in the course, to get information about the physical properties of selected magnetic systems.

Evaluation: evaluation is calculated in a 0-20 scale, including

1. Written tests during the teaching period (optional)

2. Written report and oral presentation of the practical work carried out in the laboratory component

3. Written final exam.

Anexo III - Controlo e Arquitecturas de Sistemas de Instrumentação

3.3.3.1. Unidade curricular:

Controlo e Arquitecturas de Sistemas de Instrumentação

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

José António Soares Augusto

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

"Controlo:(1)Técnicas Matemáticas em Controlo.(2) Motores eléctricos, engrenagens, piezo-actuadores, outros transdutores (actuadores), diagramas de blocos, fórmula de Mason.(3 Análise de sistemas de controlo: sistemas de

*2ª ordem, estabilidade, critério de estabilidade de Routh-Hurwitz, resposta na frequência. (4) Métricas de desemp. no projecto de controladores. (5) Análise e proj. de sistemas de Controlo com o 'Root Locus'. Implementação electrónica de controladores. (6) Projecto de control. na frequência (margens de fase e de ganho, diagramas de Nyquist). Controlo PID. (7) Sistemas discretos. Equações às diferenças. Transformada Z. Projecto de controlad. digitais. (8) Introdução ao Controlo Adaptativo (MRAS - Model Reference Adaptive System) e ao Controlo Não Linear (função descritiva).
 Amplifict. de sens. em modo homodino e heterodino: efeitos sobre a incerteza, respostas dinâmicas, *** Amplifi. de "lock-in": teoria de funcionamento, características básicas, ex. de implement..*

3.3.3.3. Syllabus:

*"Control: (1) Mathemat. Techniques in Control. (2) Electrical motors, gears, piezo-actuators, other transducers (actuators), block diagrams, Mason formula. (3) Control syst. analysis: second order syst., stability, Routh-Hurwitz stability criterium, frequency response. (4) Performance indexes in controller design. (5) Design and analysis of control syst. based in 'Root Locus'. Implementation of controllers with electronic components. (6) Design of controllers in the frequency domain (phase margin, gain margin, Nyquist diagram). PID Control. (7) Discrete syst. Difference equations. Z Transform. Design of digital controllers. (8) Introduction to Adaptive Control (MRAS-Model Reference Adaptive System) and Nonlinear Control (descriptive function). Sensor architectures in homodyne and heterodyne modes: uncertainty effects, dynamic response, *** Lock-in amplifiers: theory, basic characteristics, implementation examples. Adaptive optics: architecture, main subsystems, performance, system perspective."*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Existe um conjunto diversificado de técnicas de análise e de projecto de Sistemas de Controlo, que os alunos devem conhecer, a um nível intermédio, em termos de arquitectura, topologia, desempenho e dos efeitos aplicados sobre o sistema em que se inserem - é esse o objectivo central desta UC. Os alunos devem ser capazes de entender as especificações das soluções ""chave-na-mão"" disponíveis, compará-las e integrá-las para o desenvolvimento de um instrumento. Porventura, alguns alunos - numa UC de projecto - poderão ser capazes de melhorar os parâmetros de uma dada implementação por aplicação dos conhecimentos adquiridos."

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

*"Operating systems use sophisticated techniques to adapt to their working environments and to guarantee the specified performance levels, even when operating in very noisy environments, only having a stochastic description. In many cases, suitable control loops allow to actuate over key parameters of the system and to satisfy the design specifications, with acceptable technical and economical costs.
 There is a wide group of suitable techniques for design and analysis of control systems, that all students shall learn, at an intermediate level, in terms of architecture, topology, performance and about the effects that act upon the surrounding system - this is the main goal of this CU. The students shall be able to understand the specifications of ready-made solutions, evaluate them and integrate them to build instruments. Eventually some students, while developing projects, will be able to improve the parameters of a given implementation by taking to practice the acquired knowledge."*

3.3.3.5. Bibliografia principal:

*"C. T. Chen, ""Analog and Digital Control System Design"", Saunders/HBJ, 1993.
 N. Nise, ""Control Systems Engineering (3rd Ed.)"", Wiley, 2002.
 K. Astrom and B. Wittenmark, ""Adaptive Control (2nd. Ed.)"", Prentice-Hall, 1994."*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*"T - Apresentação sistemática de aspectos teóricos
 TP - Trabalho individual, com apoio do docente
 L - Desenvolvimento de modelos numéricos (Matlab, Scilab, Octave)*

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."

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

*"T - Systematic presentation of theoretical principles
 TP - Individual work, with support from the teacher
 L - Development of numeric models (Matlab, Scilab, Octave)*

Grading - Anayisis of a real experimental situation, with parameters' estimation, calculation of uncertainties and report. Oral presentation (groups of two students)."

3.3.3.1. Unidade curricular:*Física Atómica e Plasmas***3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):***Maria Luísa Dias de Carvalho Leonardo***3.3.3.3. Conteúdos programáticos:****PARTE I**

- *Átomos com um electrão—Correcção relativista da energia cinética e de interacção spin-órbita em átomos de um electrão, espectros de estrutura fina, experiência de Lamb e Retherford, desvios isotópicos, efeitos hiperfinos.*
- *O espectro dos alcalinos e de raios X – Levantamento da degenerescência orbital, lacunas em camadas atómicas internas, espectros de raios X.*
- *Átomos multieletrónico Aproximação do campo central, obtenção dos termos das configurações electrónicas, espectro dos átomos de dois electrões.*
- *Acção de campos magnéticos externos—Caso do campo fraco e do campo forte.*

PARTE II

- *Introdução á Física de Plasmas*
- *Movimento de partículas carregadas*
- *Teoria de fluidos aplicada a plasmas*
- *Ondas em plasmas*
- *Fluidos magnetohidrodinamicos*

3.3.3.3. Syllabus:

- *One electron atoms – Relativistic correction of the kinetic energy, spin-orbit effects, fine structure, Lamb shift, isotopic shifts, hyperfine effects.*
- *Alkaline and X-ray spectra – Lifting the orbital degeneracy in alkali atoms, internal holes, radiative and non radiative transitions.*
- *Many-electron atoms – The two-electron atoms and the independent particle model, the central field approximation, ground states of the elements, the LS and jj coupling, the spectra of two electron atoms.*
- *Atoms in a magnetic fields: The weak and the strong field.*

- *Introduction to Plasma Physics*
- *Motion of harges particles*
- *Fluid theory applied to plasmas*
- *Waves in plasmas*
- *Magneto-hidrodynamic fluids*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Apresentação do tratamento das diferentes interações nos átomos e a sua manifestação nos espectros observados. Estabelecer os conceitos fundamentais associados às tecnologias laser e espectroscopia. Introduzir a física dos plasmas e da espectroscopia com o técnica de diagnostico.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To present the treatment of the different interactions in atoms and of their manifestation in the observed spectra. To establish the main concepts associated with laser and spectroscopic technologies. Present and introduction to plasma physics and spectroscopy as a plasma diagnostic tool.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- *Christopher J. Foot, Atomic Physics, 2005*
- *B. H. Bransden e C. J. Joachain, /Physics of Atoms and Molecules/, 1983.*
- *H. Haken e H. C. Wolf, / Atomic and Quantum Physics/, 1988.*
- *Francis F. Chen, Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, 1983*
- *“Introduction to Plasma Physics”, R. J. Goldston, P. H. Rutherford, ed. Taylor and Francis, 1995*
- *“Tokamaks”, John Wesson, ed. Clarendon Press, 1997*
- *“The framework of plasma physics”, Richard Hazeltine, François L. Waelbroeck, ed. Perseus Book, 1998*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de

séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.

Método de avaliação:

Quatro minitests escritos realizados durante o semestre (opcional).

Exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures.

Assessment methods:

Four written small tests taken during the semester (optional). Final written examination.

Anexo III - Materiais Electrónicos, Magnéticos e Supercondutores

3.3.3.1. Unidade curricular:

Materiais Electrónicos, Magnéticos e Supercondutores

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Margarida da Fonseca Beja Godinho

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Introdução: tipos de materiais; estrutura cristalina, defeitos e vibrações da rede cristalina; sua importância nas propriedades físicas.

Estrutura electrónica dos materiais: bandas de energia; isolantes, metais e semicondutores.

Electrões livres e quase-livres; calor específico, condutividade eléctrica; efeito de Hall; poder termoeléctrico; técnicas experimentais.

Semicondutores intrínsecos e extrínsecos; estatística dos portadores de carga; excesso de portadores e difusão ambipolar. semicondutores inhomogéneos; dispositivos.

Propriedades ópticas de metais e semicondutores; aplicações.

Introdução às propriedades magnéticas dos materiais.

Comportamento supercondutor.

3.3.3.3. Syllabus:

Introduction: Classification of the materials according to the type of bonding; crystalline structure, defects and lattice vibrations; their influence in the physical properties.

Electronic structure of materials: energy bands; insulators, metals and semiconductors.

Free and nearly free electrons; specific heat, electrical conductivity; Hall effect; thermoelectric power; experimental techniques.

Intrinsic and extrinsic semiconductors; charge carrier statistics; excess carriers and ambipolar diffusion.

Inhomogeneous semiconductors; devices.

Optical properties of metals and semiconductors; applications.

Introduction to the magnetic properties of materials.

Superconductor behaviour.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Consolidar a formação dos alunos no domínio da Ciência dos Materiais e apresentar as propriedades físicas relacionadas com a estrutura electrónica dos materiais.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To complement and consolidate the students knowledge on Materials Science and to present the physical properties directly related with the electronic structure.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

"Introductory Solid State Physics", H.P. Myers, Taylor and Francis.

"Electrical Properties of Materials", L. Solymar e D. Walsh, Oxford Sc. Publications.

"Fundamentals of Solid State Physics", J.R. Christmann, John Wiley and Sons.

"Introduction to Solid State Physics", C. Kittel, John Wiley and Sons.

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

**Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de problemas cuja resolução é objecto de avaliação.
Exame final ou testes escritos (60%); informação prática (40%).**

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

**Lectures (T) devoted to the presentation of the theory supporting the different subjects, and problem solving classes (TP) for discussion and resolution of proposed problems, some of which are considered for evaluation.
Final written exam or tests (60%); TP information (40%).**

Anexo III - Sistemas Embebidos e de Tempo Real

3.3.3.1. Unidade curricular:

Sistemas Embebidos e de Tempo Real

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Hans Peter Reiser

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1) Paradigmas para sistemas embebidos e de tempo-real: fundamentos da confiabilidade e do tempo-real; ordem e tempo em sistemas de tempo-real; comunicação fiável em tempo-real; escalonamento; sincronização de relógios; observação e actuação; modelos de sistemas tempo-real; modelos com qualidade de serviço e adaptativos; 2) Tecnologias e Arquitecturas: sistemas embebidos; núcleos multitarefa tempo-real; mecatrónica, sensores e actuadores; redes industriais e de instrumentação; protocolos industriais; sistemas SCADA; 3) Estudo de Casos.

Componente Teórico-prática

1) Sistemas embebidos e de tempo-real:

- redes de instrumentação--- CAN, FlexRay
- sistemas multitarefa tempo-real--- RTAI, RTEMS
- sistemas SCADA--- LabView

2) Trabalhos de Laboratório

- Estão previstos 2 trabalhos de laboratório. O primeiro será feito usando o simulador Cheddar, e o segundo será feito com o sistema multitarefa tempo-real RTAI.

3.3.3.3. Syllabus:

Teórica

1) Paradigms for embedded and real-time systems: fundamentals of dependability and real-time; order and time in real-time systems; reliable communication in real-time systems; scheduling; clock synchronization; input/output; real-time system models; adaptive and QoS related models; 2) Technologies and architectures: industrial protocols (MAP/TOP, MMS); industrial networks and fieldbuses; real-time operating systems; SCADA, continuous and discrete control architectures; 3) Case studies

Teórico-prática

1) Embedded and real-time systems:

- Fieldbuses--- CAN, FlexRay
- Real-time kernels--- RTAI, RTEMS
- SCADA systems--- LabView

2) Practical projects

- The students will develop 2 projects. The first one will use the Cheddar scheduling simulator, and the second will serve to learn how to build real-time applications over a real-time kernel, using RTAI.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Pretende-se com esta cadeira que o aluno adquira uma formação sobre os problemas específicos dos sistemas embebidos e de temporeal, com especial ênfase nos modelos de computação distribuída em sistemas industriais. Os aspectos arquitecturais, a especificidade das redes e dos sistemas operacionais e as aplicações típicas de sistemas embebidas serão algumas das questões abordadas.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The course intends that the student acquires experience with specific problems of embedded and real-time systems, with emphasis on models

of distributed computing in industrial systems. Architectural aspects, the specificity of networking and operating systems, and typical applications are some of the issues addressed.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- *P. Veríssimo and L. Rodrigues, Distributed Systems for System Architects, Kluwer Academic Publishers, 2001.*
- *H. Kopetz, Real-Time Systems, Kluwer Academic Publishers, 1997.*
- *Distributed Systems, 2nd Ed., Sape Mullender Ed., Addison-Wesley, 1993*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas e Teórico-práticas, complementadas com slides, quadro e em que os estudantes são chamados a resolver problemas.

Trabalho individual com 5 questões propostas, para realização em casa.

Avaliação

Avaliação continua(85%)+Exame final escrito(15%)

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical and Theoretical-Practical LESSONS, implemented with : slides,blackboard,and students also called to solve questions.

5 questions are proposed for individual written work, at home.

Evaluation

Continuous evaluation (ce)+Final written exam (fwe)

Mark=max(fwe, 85%(eef)+15%(ce))

Anexo III - Magnetismo e Supercondutividade

3.3.3.1. Unidade curricular:

Magnetismo e Supercondutividade

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Iveta Rompeiro do Rego Pimentel

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

- 1. Magnetismo de átomos e electrões livres*
- 2. Interações magnéticas*
- 3. Ordem e estruturas magnéticas*
- 4. Excitações magnéticas*
- 5. Domínios magnéticos*
- 6. Supercondutividade: factos experimentais*
- 7. Teorias fenomenológicas*
- 8. Teoria microscópica de Bardeen-Cooper-Schrieffer*
- 9. Supercondutores não convencionais e outros condensados*

3.3.3.3. Syllabus:

- 1. Magnetism of atoms and free electrons*
- 2. Magnetic interactions*
- 3. Order and magnetic structures*
- 4. Magnetic excitations*
- 5. Magnetic domains*
- 6. Superconductivity: experimental facts*
- 7. Phenomenological Theories*
- 8. Bardeen-Cooper-Schrieffer microscopic theory*
- 9. Unconventional superconductors and other condensates*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Apresentar os conceitos fundamentais em Magnetismo e Supercondutividade e suas aplicações.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To present the fundamental concepts in Magnetism and Superconductivity, and their applications.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- **C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, John Wiley & Sons, 7ª edição, 1995.**
- **N. W. Ashcroft e D. Mermin, *Solid State Physics*, Holt, Rinehart and Winston, 1976.**
- **S. Blundell, *Magnetism in Condensed Matter Physics*, Oxford University Press, 2001.**
- **J. Annett, *Superconductivity*, Oxford University Press, 2004.**

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. Realização de um trabalho de simulação computacional.

Método de avaliação:

Trabalho de simulação computacional (20%) e exame final escrito (80%).

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching methods:

Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures. Computer simulation work.

Assessment methods:

Computer simulation work (20%) and final written examination (80%).

Anexo III - Optimização em Engenharia

3.3.3.1. Unidade curricular:

Optimização em Engenharia

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Fernando João Pereira de Bastos

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Aulas teóricas

1.Introdução.

2.Programação linear: resolução geométrica.

3.Introdução à programação não linear.

4.Programação não linear: optimização univariável. Óptimos locais e globais; resultados da Análise Matemática.

5.Programação não linear: Técnicas de pesquisa sequencial. Pesquisa de três pontos, pesquisa de Fibonacci, pesquisa de meio-termo ("golden-section").

6.Programação não linear: Optimização Multivariada sem restrições; máximos locais e globais; vector gradiente e matriz hessiana; resultados da análise matemática.

7.Programação não linear: O método do gradiente. O método de Newton. O método de Fletcher-Powell.

8.Introdução aos Algoritmos Genéticos (GAs) e às Estratégias de Evolução (ESs)

Aulas Práticas

1.Introdução ao Scilab para sua utilização para resolver problemas de optimização;

2.Resolução de problemas sobre assuntos versados nas aulas teóricas, quer manualmente quer utilizando o Scilab.

3.3.3.3. Syllabus:

1. Introduction

2. Linear programming: geometrical method

3. Introduction to nonlinear programming

4. Nonlinear programming: univariate optimization. Local and global optimum solutions; Mathematical Analysis results

5. Non-linear programming: sequential search techniques. 3- point search, Fibonacci search, golden-section search.

6. Nonlinear programming: unrestricted multivariate optimization; local and global maxima; Gradient vector and Hess matrix; Mathematical Analysis results.

7. Nonlinear programming: the gradient method; the Newton method; the Fletcher-Powell method.

8. Introduction to Genetic algorithms (GAs) and Evolution strategies (ESs)

Practical classes

1. Introduction to Scilab for optimization problems solving

2. Problem work-out on the subjects discussed in the theoretical lectures, manually and using Scilab.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Apresentar alguns conceitos e métodos fundamentais necessários para o estudo da Optimização e para a

resolução de problemas de Optimização. Familiarizar os alunos com aplicações da Optimização à Engenharia.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The discipline will introduce the concepts and fundamental methods for optimization and optimization problems solving. The students will be acquainted with applications to engineering problems.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

*Bronson, R., Naadimuthu G., Investigação Operacional, McGraw-Hill de Portugal, 2001
Diwekar, U., Introduction to applied Optimization, Kluwer Academic Publishers, 2003*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Método de ensino:

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas de laboratório, que são utilizadas para resolver problemas de Optimização, quer manualmente quer utilizando computadores e o Scilab.

Avaliação: Exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching methods

Theoretical lectures will present the different subjects and laboratory classes where the students will solve optimization problems either manually or using computers and Scilab.

Evaluation: Final written exam.

Anexo III - Energia Nuclear

3.3.3.1. Unidade curricular:

Energia Nuclear

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

José Gonçalves Marques

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

PARTE I

1.CONCEITOS BÁSICOS: Declínio radioactivo; Interação da radiação com a matéria; Efeitos biológicos da radiação ionizante

2.REACTORES NUCLEARES: Princípio de funcionamento; Tipos de reactores; Princípios de segurança nuclear; Ciclo do combustível nuclear

3.IMPACTO AMBIENTAL: Libertações de isótopos radioactivos; Acidentes nucleares; Modelos de dispersão atmosférica

4.ASPECTOS ECONÓMICOS.

PARTE I

5. Revisão sobre Física de plasmas

6. Diagnósticos de plasmas; Diagnósticos invasivos e não invasivos; Diagnósticos espectroscópicos e bolométricos.

7. As tomografias, técnicas de aquisição de dados e tratamento destes

8. Reflectometria de micro-ondas, parâmetros a medir.

9. Espectroscopia de raios-x e do visível. Temperatura e impurezas. Vantagens e inconvenientes.

10. Diagnóstico por injeção de neutros

11.Thomson Scattering. Medição de temperatura e de densidade.

12. Diagnósticos aplicáveis em máquinas muito grandes destinadas a produzir energia (ITER e DEMO).

3.3.3.3. Syllabus:

1.BASIC CONCEPTS

1.1Radioactive decay

1.2Interaction of radiation with matter

1.3Biological effects of ionizing radiation

2.NUCLEAR REACTORS

2.1Physics of nuclear fission reactors

2.2Types of nuclear fission reactors

2.3Principles of nuclear safety

2.4Nuclear fuel cycle

3.ENVIRONMENTAL IMPACT

- 3.1 Radioactive releases in normal operation**
- 3.2 Nuclear accidents**
- 3.3 Radioactive releases from other industries**
- 3.4 Atmospheric dispersion models**

4.ECONOMIC ASPECTS

- 4.1 Cost structure of electricity generation**
- 4.2 Fuel cycle costs**
- 4.3 Dismantling costs**

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:
Oferecer uma formação abrangente que permita aos alunos compreender os aspectos físicos, ambientais e económicos da utilização da energia nuclear.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:
Provide comprehensive training that enables students to understand the physical, environmental and economic use of nuclear energy.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

[B1] J.R. Cooper, K. Randle, R.S. Sokki, "Radioactive Releases in the Environment", John Wiley, 2003 (ISBN 0-471-89924-0)

[B2] E. Bertel, G. Naudet, "L'économie de l'énergie nucléaire", EDP Sciences, 2004 (ISBN 2-86883-691-7)

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.

Avaliação: Exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures, dedicated to the exposure of the matter, and theoretical and practical classes, which are used for discussion and resolution of a series of problems on the subject given in lectures. Assessment: written exam.

Anexo III - Modelação Avançada em Engenharia

3.3.3.1. Unidade curricular:

Modelação Avançada em Engenharia

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

António Joaquim Rosa Amorim Barbosa

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Part I: Integração de Sistemas de Aquisição de Dados, Controlo, Simulação e Computação.

Desenvolvimento dos computadores e das suas redes de comunicação; Eng^a Projectos de desenvolvimento de software; Sist. operativos, interfaces e representação binária de números; Interfaces e "drivers" Sistemas Real-time; Linguagens, Algoritmos e Estruturas de Dados; Gestão de pacotes de software; Persistência introspecção; Descrição geométrica e sistemas de CAD e CAM; Protocolos de comunicação e arquitecturas cliente; Métodos numéricos.

Parte II: Sistemas de simulação e computação em Física e Engenharia

Simulação em Geometria, Animação e Mecânica; Elementos Finitos e Simulação de Deformações em Sólidos; Simulações: energia, termodinâmica e dinâmica de Fluidos; Electricidade e Magnetismo; Luz e Óptica; Física da Matéria Condensada e Fenómenos Químicos; Física Nuclear e Partículas; Interação da Radiação com a Matéria

3.3.3.3. Syllabus:

Part I: Systems for Data Acquisition, Control, Simulation and Computation: Development of computers and their communication networks; Software Engineering; Operating systems, interfaces and binary representation of numbers; Interfaces and "drivers" for data acquisition and control cards; Real-time Systems; Languages, Algorithms and Data Structures; Software management; Persistence introspection; Geometric description systems; Communication protocols and client-server architectures; Numerical Methods.

Part II - Systems for Computing and Simulation in Physics and Engineering: Simulation in Geometry, Mechanics and Animation; Finite Element Simulation of Deformation in Solids; Simulation of energy, thermodynamics and fluid dynamics; Simulation of Electricity and Magnetism; Simulation on Light and Optics; in Condensed Matter Physics and Chemical Phenomena; in Nuclear Physics and Particles; of Interaction of Radiation with Matter

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Apresentar e discutir as principais soluções disponíveis nos sistemas de aquisição de dados, computação e simulação para a solução de problemas concretos.

Proceder a uma classificação formal dos principais sistemas disponíveis e dos problemas que resolvem evitando os detalhes específicos que podem ser inovados de futuro de forma diferente. Aplicar estes conhecimentos a um conjunto de problemas em Engenharia Física, e afins. Fomentar o trabalho prático com sistemas computacionais utilizados em engenharia e ciência colmatando sempre este trabalho com uma abordagem geral que prepara o aluno para a rápida evolução dos produtos disponíveis neste domínio.

Transmitir os conceitos de arquitectura de computadores essenciais à compreensão de qualquer sistema computacional de aquisição, controlo e processamento que o aluno venha posteriormente a encontrar na sua vida profissional.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Present and discuss the main solutions available for data acquisition, computation and simulation.

Establish a formal classification of the main systems available and the problems they address.

Apply this knowledge to a set of problems in Physics Engineering.

Encourage practical work with computer systems used in engineering and science, preparing the student for the rapid evolution of the products available in this area.

Explain the concepts of computer architecture essential for the understanding of any computer system for acquisition, control and data processing that the student will face in his future professional life.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Cálculo Científico com MATLAB e Octave, Alfio Quarteroni e Fausto Saleri, Springer.

Introduction to Computer Simulation Methods: Applications to Physical Systems, Gould, Jan TYobochnik, 3th edition, 2007, Addison Wesley.

Physics for Game Developers, David M. Bourg, 2001, O'Reilly

Desenho Técnico Moderno, Arlindo Silva, Lidel

Professional Linux Programming, Neil Mathew and Richard Stones, Makron Books, Wrox Press (tradução da MAKRON Books).

Linguagem C, Luis Damas, FCA

C++, Algoritmos e Estruturas de Dados, Pimenta Rodrigues, Pedro Pereira e Manuela Sousa, FCA

Scientific and Engineering C++, Jhon J. Barton, Lee R. Nackman, Addison Wesley, 1994

Objects, Abstraction, Datastructures and Design Using Java, Elliot B. Koffman, Paul A.T. Wolfgang, Jhon Wiley & Sons.

The Cathedral and the Bazaar, Eric S. Raymond, O'Reill

Linux, The Textbook, Sarwar, Koretsky, Sarwar, Addison Wesley

Ethernet, The definitive Guide, Charles Spurgeon, O'Reilly SCADA systems:

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição da matéria e acompanhamento da leitura dos textos base por parte dos alunos.

Aulas práticas com utilização de ferramentas concretas de computação adequadas à apresentação aos conceitos expostos.

Para a avaliação, em alternativa cada aluno pode:

Elaborar dois trabalhos de discussão das soluções existentes para um domínio concreto em física com solução de um problema utilizando o desenvolvimento de código C++.

Exame final com parte teórica onde serão avaliados os conhecimentos sobre os vários formalismos apresentados e parte prática onde será desenvolvida uma em linguagem C++.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures to present the different subjects.

Hands on classes that use specific computer tools necessary to present the different concepts.

For the evaluation, each student can either:

*** Create two applications, documented through papers, for particular field in physics engineering that solve problems using C++ code.**

*** Pass a final exam which will assess the student knowledge in the dif**

3.3.3.1. Unidade curricular:

Projecto e Desenho Assistido por Computador

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Alexandre Cabral e Jorge Lima

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Introdução

Elementos de geometria analítica em 3D

Metodologia do desenho técnico em instrumentação física

Normalização; projecções; representação de corte e secções; cotagem

Componente Prática

Fundamentos de Solid Work e Autocad

3.3.3.3. Syllabus:

Introduction

Geometric analitic elements in 3D.

Methodology of technical drawing in physics instrumentation

Normalization; projections; cut and sections representation; dimensioning

Practical work

Fundaments of SolidWork and Autocad

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Ensinar os conceitos básicos de Desenho Técnico para utilização em aplicações na área da engenharia.

Familiarizar os alunos com a utilização do software correspondente.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Training in the basic concepts of technical drawing and software utilization for applications in engineering issues

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- Desenho Técnico Moderno, 8ª edição, Arlindo Silva, Carlos Tavares Ribeiro, João Dias, Luís Sousa

- Manuais do Software utilizado

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame final

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Final evaluation

Anexo III - Engenharia de Aceleradores, Telescópios e Satélites

3.3.3.1. Unidade curricular:

Engenharia de Aceleradores, Telescópios e Satélites

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

António Amorim e André Moitinho

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Estudo das principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento Instrumentos para Telescópios, Aceleradores e Satélites. Sempre que possível será dada uma visão conceptual unificadora dos vários fenómenos em estudo.

I - A interacção da radiação com a matéria: fotonica; ionização; processos em chuveiros electromagnético e harmónicos; Detectores de partículas.

Deflectindo partículas e ondas: óptica; partículas num campo electromagnético; difracção de raios X.

Técnicas de criogenia e do vazio. Transferências de massa e calor;

Sistemas mecânicos: tecnologias de concepção e projecto; materiais; deformações elásticas e plásticas; Sistemas de aquisição e processamento de dados.

II - Exemplos do enquadramento dos instrumentos das organizações internacionais de investigação.

Instrumentação para o ESO: VLT, ELT e VLTI. Instrumentação para o CERN: ATLAS; Investigação em Raios

Cósmicos e Alterações Climáticas: CLOUD; Instrumentação para a ESA: GAIA.

3.3.3.3. Syllabus:

Study of the main technologies used in developing instruments for telescopes, accelerators and satellites. A conceptual unified vision of the phenomena under study is provided whenever possible.

I - The interaction of radiation with matter: photonica; ionization; processes in electromagnetic showers and harmonics; particle detectors.

Deflecting particles and waves: optical; particles in electromagnetic field, X-ray diffraction techniques of cryogenics and vacuum. Transfer of mass and heat, mechanical systems: project and design technologies, materials, elastic and plastic deformations; acquisition systems and data processing.

II - Examples of the framework of the instruments in international research organizations. Instrumentation for the ESO: VLT, ELT and VLTI.

Instrumentation for CERN: ATLAS; Research on Cosmic Rays and Climate Change: CLOUD; Instrumentation for ESA: GAIA.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

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

Neste contexto serão apresentados os principais projectos de desenvolvimento que se encontram em curso nestas instituições bem como serão revistas e discutidas os principais desafios tecnológicos que lhes estão associados.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

Advanced instrumentation plays a very important role in many sectors of leading edge scientific reserach, envornmental monitoring, space, etc. Proper instrument design and technology selection is crucial for progress in many reserach fields.

Portugal has made enormous investments in engineering training done at the international reserach organization where we are participation (ESA, ESO, CERN, ITER ...). Several crucial technologies and main recent development examples that play a major role in the present and futire of this organizations are revided and discussed along with the main associated technological challenges.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Ian S. McLean, Electronic Imaging in Astronomy, Detectors and Instrumentation, (Springer Praxis Books Astronomy and Planetary Sciences), Second Edition

Astronomical Optics and Elasticity Theory, Gerad Rene Lamaitre, Springer ISBN: 978-3-540-68904-1

Adaptive optics for Astronomical Telescopes, John W. Hardy, Oxford

Space Weather, Jean Liliensten, Springer

The Physics Of Particle Detectors, Dan Gren

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

T - Apresentação de aspectos básicos e sistemática

TP - Desenvolvimento de modelos numéricos em ambientes de computação profissionais

Avaliação - 2 apresntações de trabalhos e 2 mini-projectos: óptico (ZEMAX), mecânico (Solid Works), estrutural / dinâmico (ANSIS...), funcional (ROOT/Octave). Defesa oral.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Seminar classes where the basic aspects are presented in a systematic fashion.

Laboratory classes where the numerical models are used in "professional like" computational environments.

Evaluation - The evaluation includes the presentation of 2 seminars and performing 2 mini-projects: optics (ZEMAX), mechanics/finite elements (Solid Works), funcional (ROOT/Octave). The mini-projects include a written report and an oral presentation.

Anexo III - Tópicos de Física Aplicada

3.3.3.1. Unidade curricular:

Tópicos de Física Aplicada

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

João Pinto Coelho (Investigador ISQ)

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Conceitos genéricos necessários para a caracterização de feixes.

Noções genéricas de radiometria

Geração, propagação, difracção, modulação, caracterização (espectral, temporal e geométrica), formas de interacção com a matéria e aplicações típicas de:

- *ultrassons*
- *feixes laser*
- *feixes de raios X*
- *feixes de partículas de alta energia*
- *feixes de átomos*

3.3.3.3. Syllabus:

General concepts to describe and characterize beams

Radiometry, basic concepts.

Generation, propagation, diffraction, modulation, characterization (spectral, temporal, geometrical), interaction with the matter, and typical applications of:

- *ultrasounds*
- *laser beams*
- *X-ray beams*
- *High energy beams*
- *Atom beams*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

: Com esta disciplina pretende-se introduzir os conceitos básicos de feixes utilizáveis para transferir energia ou sondar a matéria, na perspectiva das respectivas tecnologias e aplicações, de modo a familiarizar o estudante com uma gama alargada de situações e sistemas físicos, na perspectiva da engenharia dos respectivos feixes.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The focus is the commonality between the basic concepts required to describe beams of energy or matter, their interaction with matter, their technologies and the scope of their potential applications in order to familiarize the students with a broad range of physical systems and the engineering of the corresponding beams.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- *McCluney R., Introduction to Radiometry and Photometry, Artech House, 1994*
- *Reiser M, Theory and Design of Charged Particle Beams, Wiley, 1994*
- *Papadakis E P, Thurston R N, Pierce A D, Ultrasonic Instruments and Devices (Physical Acoustics), Academic Press, 1998*
- *Ensminger D, Stulen F B, Ultrasonics - Data, Equations and Their Practical Uses, CRC, 2008*
- *Raichel D R, The Science and Applications of Acoustics, Springer, 2006*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

T - Apresentação de aspectos básicos e sistemática

TP - Desenvolvimento de modelos numéricos de feixe, ou de análise de dados

PL – Ultrassons, feixes ópticos, Raios X

Avaliação:

Exame. Caderno de laboratório. Realização de 1 mini-projecto, com apresentação oral

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

T - Systematic presentation of theoretical principles

TP - Numerical models of beams. Data processing with data generated by actual experiments

L - Ultrasounds, optical beams, X-ray beams

Grading - Exam. Laboratory notebook. One mini-project with oral presentation

Anexo III - Processos Estocásticos em Física

3.3.3.1. Unidade curricular:

Processos Estocásticos em Física

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1. A abordagem da Física Estatística; 2. Distribuição de Maxwell Boltzmann; 3. Gás de Fermi e gás de Bose; 4. Flutuações e ruído; 5. Processos estocásticos; 6. Movimento Browniano; 7. Equação de Langevin; 8. Análise de séries temporais.

3.3.3.3. Syllabus:

1. The statistical approach in physics; 2. Maxwell-Boltzmann distribution; 3. Fermi gas and Bose gas; 4. Fluctuations and noise; 5. Stochastic processes; 6. Brownian motion; 7. Langevin equation; 8. Time series analysis.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Partindo do tratamento estatístico dos gases ideais, apresentar os métodos fundamentais em processos estocásticos, numa perspectiva virada para os exemplos e para as aplicações. Os estudantes devem adquirir a capacidade de identificar e tratar problemas que envolvam variáveis aleatórias usando aproximações e métodos analíticos e numéricos.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The course takes the statistical treatment of ideal gases as a starting point to introduce the basic methods in stochastic processes. The orientation is very practical and based on examples. Students learn to identify and to treat problems involving random variables using standard approximations, and numerical and analytic methods.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

K Huang, Introduction to Statistical Physics, CRC Press, 2001

D S Lemmons, An Introduction to Stochastic Processes in Physics, Johns Hopkins UP, 2002

W Paul & J Baschnagel, Stochastic Processes – from Physics to Finance, Springer, 1999

C W Gardiner, Handbook of Stochastic Methods: for Physics, Chemistry and the Natural Sciences, Springer, 2004

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. A avaliação baseia-se num exercício de desenvolvimento sobre um dos problemas das séries, apresentado durante o semestre, e num trabalho final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching methods: Expository lectures and problem sessions. Assessment methods: Paper presentation during the semester, final essay.

Anexo III - Processadores de Sinal

3.3.3.1. Unidade curricular:

Processadores de Sinal

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

José António Soares Augusto

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Programa:

- *Representação de dados em computadores.*
- *Registos, memórias e barramentos (entrada/saída).*
- *Operações aritméticas e a ALU.*
- *Arquitectura e Instruções do 8051.*
- *Programação em Assembler e em C. Aplicações.*

- *Sistemas de desenvolvimento para DSPs.*
- *Arquitectura especializada e instruções de um DSP.*
- *Implementação de transformadas (DFT/FFT, DCT,...).*
- *Implementação de filtros IIR e FIR.*
- *Implementação de filtros adaptativos.*
- *Outras aplicações: compressão, decimação/interpolação, transformadas de Hilbert.*
- *Unidades especializadas de DSP realizadas com FPGAs.*

3.3.3.3. Syllabus:

- *Data representation in computers.*
- *Registers, memories and I/O busses.*
- *Arithmetic operations and the ALU.*
- *Architecture and Instructions of the 8051.*
- *Processor programming in Assembler and in C. Applications.*

- *Development systems for DSPs.*
- *Specialized architecture and instructions of a DSP.*
- *Implementation of transforms (DFT/FFT, DCT,...).*
- *Implementation of IIR and FIR filters.*
- *Implementation of adaptive filters.*
- *Other applications: compression, decimation/interpolation, Hilbert transforms.*
- *DSP specialized units implemented with/in FPGAs.*

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Neste curso dá-se a oportunidade aos alunos de adquirirem conhecimentos gerais e específicos sobre a programação de aplicações em microprocessadores de uso genérico e também de aplicações de processamento de sinal realizadas com processadores especializados (DSPs), tais como os da família TMS320Cxxxx.

Os alunos realizam projectos de pequena e média dimensão, em placas de desenvolvimento que alojam (micro)processadores, utilizando o software de desenvolvimento disponibilizado pelos respectivos fabricantes.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

In this course the students acquire general and specific knowledge about the programming of general microprocessor applications and of signal processing applications with specialized processors (DSPs), such as those in the family TMS320Cxxxx.

The students develop and test small and medium dimension projects, implemented in inexpensive development boards which have embedded (micro)processors, and use the development software available from the board vendors.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- *Principles of Computer Hardware, Alan Clements, Oxford University Press, 4ª edição, 2006;*
- *Logic and Computer Design Fundamentals, M. Morris Mano, Prentice Hall, 4ª edição, 2007;*
- *Fundamentals of Computer Architecture, Mark Burrell, Palgrave Macmillan, 2003;*
- *C and The 8051, Thomas W. Schultz, Prentice Hall, 2004.*
- *U. Meyer-Baese, "Digital Signal Processing with FPGAs", 3rd. ed., Springer, 2007.*
- *R. Chassaing, D. Reay, "Digital Signal Processing and Applications with the TMS320C6713 and TMS320C6416 DSK", Wiley, 2008.*

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

2T – aulas teóricas de exposição da matéria.

2PL – aulas de prática essencialmente laboratorial onde os alunos desenvolvem aplicações em Assembler, C ou VHDL (ou Verilog).

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology relies on 2 hours of exposition each week, plus 2 hours of guided practical/lab activity.

The grading will be based on the results of an individual exam, on the realization of a project (by groups of at most 2 students) and on the continuous evaluation of the students' progress.

Anexo III - Sistemas de Imagem

3.3.3.1. Unidade curricular:

Sistemas de Imagem

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

José Manuel Rebordão

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1 - Amostragem em 2D. Teorema de Shannon. Representações formais de dados discretos. Descrição da entrada de um sistema e escolha das variáveis de representação. Sistemas e sua classificação (lineares, causais, invariantes). Resposta de um sistema óptico em termos da PSF e da OTF ou MTF. Relação entrada / saída.

2 - Formação de imagem: Representação de objectos. Modelos de difracção e de propagação da luz. Efeitos das aberrações sobre a PSF e/ou MTF. Noções simplificadas da teoria da coerência. Representação dos sistemas coerentes e incoerentes. Função pupila.

3 – Arquitectura de sistemas ópticos: formação de imagem, colecção de luz, espectroscópicos; com ou sem varrimento, activos ou passivos, adaptativos, monocromáticos / multi / hiperespectrais, abertura única ou múltipla.

4 – Descrição de sistemas ópticos em termos de sensibilidades, tolerâncias, resposta em tempo/frequência, ruído, interfaces, etc.

5 – Noções básicas de processamento digital de imagens.

6 – Exemplos

3.3.3.3. Syllabus:

1 – Sampling in 2D: Shannon theorem. Representation of discrete data. Input and representation variables. Classification of systems (linear, causal, invariant. System response in terms of PSF and OTF or MTF. Relation between input and output using Fourier integrals.

2 – Imaging: representation of objects. Diffraction and propagation models. Effects of aberrations on PSF and MTF. Basic concepts of coherence theory. Description of incoherent and coherent imaging. Pupil function.

3 – Architectures of optical systems: imaging and non-imaging, spectroscopic, scanning, active or passive, confocal, adaptative, mono/multi/hyperspectral, monolithic or synthetic aperture.

4 – Description of systems in terms of sensitivity, tolerances, time and frequency response, noise, interfaces, etc.

5 – Introduction to digital image processing.

6 – Examples from image-based industrial metrology, environment, space, astrophysics.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

- Apresentar os conceitos básicos de teoria de sistemas ópticos de modo a fornecer uma abordagem coerente aplicável às principais áreas de aplicação.

- Permitir que os alunos entendam os aspectos sistémicos que apoiam as especificações básicas de um sistema (resolução, sensibilidade, resposta dinâmica, funções descritivas, etc)

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

- To disclose the basic principles of optical imaging in order to ensure a system approach to the most relevant applications using light

- Help students understanding the physical basis of system specifications (resolution, sensitivity, dynamic response, etc) and corresponding tradeoffs.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

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)

Allison W., Fundamental Physics for Probing and Imaging (OUP, 2006)

Bass M, Handbook of Optics (McGraw Hill, 2009)

Williams T, The Optical Transfer Function of Imaging Systems (Taylor & Francis, 1998)

James J, Spectrograph Design Fundamentals (CUP, 2007)

Hill J., Mégier J., Imaging Spectrometry, a Tool for Environmental Observations (Springer, 2007)

Tyson R., Adaptive Optics Engineering Handbook (Dekker, 2000)

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

T - Apresentação de aspectos básicos e sistemática

TP - Desenvolvimento de modelos numéricos para resolução de problemas ou para processamento de imagens

L – Situações de formação de imagem e de caracterização de sistemas ópticos

Avaliação – Caderno de laboratório. Realização de 2 mini-projectos entre óptica (ZEMAX), modelos funcionais ou processamento de imagem (Matlab). Defesa oral. Alunos organizados por grupos não superiores a 2 elementos.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

T – Overview of basic principles and systematics

TP – Development of numerical models to support problem solving or image processing

L – Imaging and characterization situations

Evaluation: Laboratory workbook. 2 mini-projects to be selected between optics (ZEMAX), functional modeling or image processing (Matlab). Oral presentation. Groups of 2 students, at most.

Anexo III - Laboratórios Avançados

3.3.3.1. Unidade curricular:

Laboratórios Avançados

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Luis Filipe Garcia Peralta, Maria Margarida Fonseca Beja Godinho e Maria Luisa Carvalho Leonardo

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Tratamento estatístico de dados; simulação do transporte de radiação

Método das coincidências; Correlação angular gama-gama na aniquilação do positrão; determinação da secção eficaz de aniquilação e+e-; massa do electrão.

Simulação Monte Carlo de detectores

Fluorescência de raios X; aplicações

Determinação de propriedades de transporte eléctrico: resistividade eléctrica; efeito de Hall; magneto-resistência

Estudo das propriedades magnéticas de materiais ferromagnéticos e supercondutores por magnetometria SQUID

3.3.3.3. Syllabus:

Data statistical treatment; simulation of radiation transport

The coincidence method; positron annihilation gamma-gamma correlation; e+e- cross-section and electron mass determination.

Monte Carlo simulation of detectors.

X Ray Fluorescence and applications.

Electrical transport properties measurement: electrical resistivity; Hall effect; magneroresistance

Study of the magnetic properties of ferromagnetic and superconductor materials by SQUID magnetometry.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Familiarizar os alunos com técnicas experimentais e computacionais utilizadas a nível da actividade de investigação, nas áreas experimentais desenvolvidas no âmbito das unidades de investigação associadas ao Departamento de Física (Física Nuclear, Física Atómica e Física da Matéria Condensada).

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To train the students with experimental advanced techniques used in research activity, mainly the techniques available in the research units associated with the Physics Department

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Manuais do Equipamento, bibliografia de cada assunto (livros e artigos)

Manuals of equipment; bibliography on each subject (books and articles)

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de Laboratório precedidas de exposição sobre os assuntos tratados.

Avaliação

Apresentação oral de trabalhos realizados; relatórios.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Laboratory classes with previous exposition.

Grading

Oral presentation and written reports.

Anexo III - Física Nuclear e Partículas

3.3.3.1. Unidade curricular:

Física Nuclear e Partículas

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Ana Maria Formigal Arriaga

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

1 - Introdução

2 - Conc. básicos: Int. à Mecânica Quânt. Relat.. Eq. de Klein-Gordon e Dirac. Antipartículas. Simetrias e Leis de Conservação. Interações mediadas pela troca de partículas; Diag. de Feynman. ; potenciais e teoria de Yukawa.

3 - Núcleos.. O núcleo atómico e a experiência de Rutherford. Núcleos estáveis. Energia de ligação e formula semi-empírica de massa. Modelo da gota líquida. Spin e paridade. Dimensão e forma nucleares.

4 - Instabilidade nuclear. Radioactividade. Declíneos

5 - Força nuclear. Propriedades e modelos actuais. O deutério. Dispersão N-N desvios de fase. Resonances

6 - Est. Nuclear: Modelos microscópicos. Dinâmica dos núcleos leves. Números mágicos e modelo em camadas. Modelos colectivos

7 - Fissão e Fusão nucleares. Nucleosíntese

8 - Aplicações : Produção de energia nuclear. Aplic. biomédicas

9 - Leptões, Quarks e Hadrões. Gerações e proprdos leptões. Massas dos neutrinos, oscilações de neutrinos.

Hadrões: modelo dos quarks constituents.

3.3.3.3. Syllabus:

Introduction: elementary particles, quarks and leptons; fundamental interactions and gauge bosons; hadrons, nucleons and degrees of freedom; scales and units. Introduction to Relativistic Quantum Mechanics: Klein-Gordon and Dirac equations; antiparticles. Symmetries and conservation laws: constantans of the movement; continuous transformations - translations, rotations, isospin and gauge; discrete transformations - parity, charge conjugation and time inversion; identical particle systems. Interactions mediated by exchange of particles: interacting particles and exchange particles; Feynman diagrams; forces and range; potentials and the Yukawa theory. Observation and observables: how to explore the structure of matter; cross section and decay rate; detection, probabilities, expectation values and fluctuations. .

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

O principal objectivo deste curso é apresentar uma visão geral das áreas da Física Nuclear e de Partículas Elementares, o progresso conseguido e o sucesso alcançado, as debilidades dos modelos e, por último, as questões que permanecem em aberto. Sendo este o primeiro contacto do aluno com estas áreas da Física, não será possível, nem desejável, o grande aprofundamento das matérias, que aliás, no caso das Física das Partículas, só seria possível no âmbito de uma Teoria de Campo Relativista. No entanto, a formulação matemática, num contexto de Mecânica Quântica, será feita sempre que o grau de conhecimentos do aluno o permita.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

The main goal of the course is to present a general view of the fields of Nuclear and Particle Physics, the progress and success that have been achieved, the drawbacks of the models and, last, the issues that are still open. Being the first contact of the students with these areas of Physics, it is not possible a very deep approach, especially in the field of Particle Physics which would require familiarity of Relativistic Quantum Field Theory, which is completely out of the scope of the this course. However, a mathematical formulation, in the context of Quantum Mechanics, is developed whenever the level of knowledge of the students allows

3.3.3.5. Bibliografia principal:

- **B.R. Martin, Nuclear and Particle Physics, John Wiley & Sons, 2006.**
- **W.S.C. Williams, Nuclear and Particle Physics, Oxford University Press 1992.**
- **W.E.Burcham e M. Jobes, Nuclear and Particle Physics, Longman Scientific and Technical 1995 - Mais avançado.**
- **K.S. Krane, Nuclear and Particle Physics, John Wiley & Sons, 1988.**
- **F. Halzen e A. Martin, Quarks and Leptons, John Wiley & Sons, 1984 - Mais avançado**

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.

Método de avaliação:

Exame final escrito. Os alunos que obtiverem entre 8 e 9 valores na prova escrita têm direito a uma prova oral.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Teachinh Method: Theoretical lectures devoted to the subjects explanation and discussions and problems resolution sessions

Grading**Final written exam****Anexo III - Caracterização de Superfícies****3.3.3.1. Unidade curricular:****Caracterização de Superfícies****3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):****Luisa Maria Álvares Duarte de Almeida Abrantes****3.3.3.3. Conteúdos programáticos:****Técnicas Espectroscópicas : Difracção de electrões de baixa energia; Análise de energia dispersiva de Raios-X; Espectroscopia fotoelectrónica de Raios X; Espectroscopia de electrões Auger; espectrometria de massa de iões secundários; microscopia Electrónica de Varrimento.****Elipsometria; Espectroscopia de Refletância Especular; Espectroscopia de Raman intensificada por superfície; Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (reflexão-absorção de ângulo rasante e reflexão total atenuada); Difracção de raios-X rasante; Microscopia de varrimento de efeito de túnel.****Técnicas in-situ Electroquímicas: Determinação de áreas reais; Conductancia de superfícies; Espectro electroquímico; Medida da tensão interfacial entre sólido e solução; Espectroscopia de fotocorrente; Espectroscopia de impedância electroquímica; Microscopia electroquímica de Varrimento.****Trab. laboratoriais p/ preparar e caract. superfícies.****3.3.3.3. Syllabus:****Spectroscopic techniques: Low-energy electron diffraction (LEEDS); Energy Dispersive Analysis of X-rays (EDAX); Auger; X-ray photoelectron (XPS); Secondary Ion Mass Spectroscopy (SIMS); Scanning electron microscopy (SEM).****Ellipsometry; Specular reflectance; surface enhanced Raman spectroscopy (SERS) Fourier transform Infrared spectroscopy (FTIRS) (grazing angle reflection and attenuated total reflection); Grazing X-ray diffraction; Scanning tunneling microscopy (STM).****Electrochemical in-situ techniques: Real area evaluation; Surface conductivities; electrochemical spectra; interfacial tension of solid-liquid interfaces; Photocurrent spectroscopy; electrochemical impedance spectroscopy (EIS); Scanning electrochemical microscopy (SECM).****Laboratory experiments to prepare and characterise surfaces illustrating some of the techniques, e.g.: (1) SEM; (2) SIMS; (3) FTIR; (4) Grazing X-Ray diffraction; (5) Photocurrent spectroscopy****3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:****Familiarizar o estudante com as modernas técnicas de análise de superfícies e interfaces sólido-líquido.****Desenvolver a capacidade de selecção de metodologias e sequências de análise para aquisição de informações complementares, face ao tipo funcionalidade de dada superfície.****3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:****To acquire the essential aspects of modern techniques of analysis of surfaces and interfaces. To be able to select the appropriate methodologies and sequences in order to obtain complementary information, taking into account the functionality of a given surface.****3.3.3.5. Bibliografia principal:****Surface Science-An Introduction, K. Outra, V. G. Lifshits, A.A. Samarin, A.V. Votov, M. Katayama, Springer (2003);****Surface Characterization Methods: Principles, Techniques and Applications, Andrew Milling (ed.) Marcel Dekker Inc (1999); Surface Electrochemistry, J O'M Bockris and S.U.M. Khan, Plenum Press, N.Y. (1993); artigos científicos.****3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):****Aulas teóricas e de laboratório****Exame final e avaliação contínua da parte laboratorial. A classificação será uma média ponderada da parte laboratorial (1/3) e do exame final (2/3). A aprovação na disciplina implica classificações maiores ou iguais a 10 valores no exame final e na parte laboratorial****3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):****Theoretical lectures and laboratory sessions****Final exam and evaluation of laboratory work, including reports. The final grade will be an average of the exam (2/3) and the lab work (1/3), but a minimum grade of 10/20 in each will be required**

Anexo III - Técnicas Avançadas de Processamento e Caracterização de Materiais

3.3.3.1. Unidade curricular:

Técnicas Avançadas de Processamento e Caracterização de Materiais

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Olinda Conde

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

I. Interação radiação laser - matéria; aspectos térmicos e não térmicos da fotoablação

1. Absorção da radiação laser pela matéria: propriedades ópticas fundamentais, interação da radiação com metais e dielétricos

2. Aquecimento de um metal pela radiação laser

3. Vaporização de material: vaporização da superfície, de defeitos e impurezas

4. Formação da pluma de vapor

5. Formação e expansão da pluma de plasma: criação de electrões primários, efeito de avalanche, propagação do plasma

II. Modificação de superfícies por irradiação com um feixe laser

1. Formação de nano-/microestruturas: mecanismos e exemplos de aplicação

III. Deposição de filmes finos com laser pulsado (PLD)

1. Influência de alguns parâmetros experimentais na dinâmica do processo de deposição

IV. Análise de nano-/microestruturas por Microscopia Electrónica de Varrimento

3.3.3.3. Syllabus:

Interaction laser radiation - matter, thermal aspects and non-thermal photoablation 1.

Absorption of laser radiation by matter: fundamental optical properties, interaction of radiation with metals and dielectrics 2. Heating of a metal by laser radiation 3. Vaporization of material: vaporization of the surface defects and impurities 4. Formation of the plume of steam 5. Formation and expansion of the plasma plume: the creation of primary electrons, the avalanche effect, propagating plasma II. Modification of surfaces by irradiation with a laser beam 1. Training nano-/microestruturas: mechanisms and examples of application III. Deposition of thin films with pulsed laser (PLD) 1. Influence of some experimental parameters on the dynamics of the deposition process IV. Nano-/microestruturas Analysis by Scanning Electron Microscopy

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Familiarizar os alunos com técnicas de processamento de materiais por laser e aplicações; compreender a importância dos diferentes parâmetros de processamento na qualidade/propriedades dos materiais processados.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To train the students on the utilization of lasers for materials processing, namely the understanding of the importance of processing parameters in the quality of the final products.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

I. Livros de texto:

1. Lasers in Materials Science, R.P. Agarwala (ed.), Trans Tech Publ., 1999

2. Laser-assisted Microtechnology, S.M. Metev & V.P. Veiko, Springer, 1998

3. Pulsed Laser Deposition of Thin Films, D.B. Chrisey & G.K. Hubler (eds.), Wiley, 1994

4. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J.I. Goldstein et al., Plenum, 1992

II. Diversos artigos publicados em revistas do SCI

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição das matérias e realização de projectos laboratoriais.

Avaliação: realização de um trabalho escrito sobre processamento de materiais por laser, a acrescentar à avaliação contínua resultante das discussões semanais.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures for presentation of the subjects and experimental projects.

Grading: Written report about laser processing and weekly discussions

3.3.3.1. Unidade curricular:

Informática na Óptica do Utilizador

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Eugénia Maria de Matos Martins da Graça Tomaz

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Apresentação de conceitos fundamentais em TICs.

Aplicações Informáticas de uso comum: processador de texto, folha de cálculo e gestão de dados, gestor de apresentações.

Fundamentos e uso da Internet. Ferramentas de comunicação individual e em grupo. Ferramentas de pesquisa na Internet.

Princípios legais e éticos de uso das TIC. A sociedade da informação.

Introdução ao uso da Biblioteca Científica Digital

3.3.3.3. Syllabus:

Presentation of basic concepts in ICT. Computer Applications in common use: word processing, spreadsheet and database management, presentation manager. Law and Internet use. Communication tools individually and in groups. Search Engines on the Internet. Legal principles and ethical use of ICT. The information society.

Introduction to using the Digital Science Library.

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Ensinar aos alunos os fundamentos das Tecnologias de Informação e da Comunicação (TIC) e ensinar as práticas e modelos de uso que são relevantes na sua qualidade de estudantes do ensino superior e para a sua futura vida profissional.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To teach students the basics of Information and Communication Technology (ICT) and teach practices and usage models that are relevant to the quality of higher education students and their future employment.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

Microsoft Office XP para todos nós, Sérgio Sousa e Maria José Sousa; 2001

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O modelo de ensino baseia-se no paradigma de "aprender pela prática", com um número muito reduzido de aulas presenciais, onde se apresenta a disciplina e se tiram dúvidas, em estudo assistido

por computador (eLearning) e através do curso Microsoft Office.

Métodos de avaliação

Através de teste automatizado, trabalho individual, apresentação e entrevista individual.

A nota final será a média das notas do teste e do trabalho prático. A aprovação na disciplina implica classificações superiores a 50% em cada uma das partes.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lecturing Method

The teaching model is based on the paradigm of "earning by doing", with a very small number of classes, where the course is presented and tutorials on computer-assisted

Anexo III - Técnicas Nucleares

3.3.3.1. Unidade curricular:

Técnicas Nucleares

3.3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

José Joaquim Gonçalves Marques

3.3.3.3. Conteúdos programáticos:

Retrodispersão de Rutherford
Emissão de raios-X induzida por partículas
Implantação iónica
Correlações angulares perturbadas
Neutrões como sondas
Fontes de neutrões
Detectores de neutrões
Produção de radioisótopos em reactores e aceleradores

3.3.3.3. Syllabus:

Rutherford retrodispersion
Particle Induced X-Ray Emission (PIXE)
Ionic Implantation
Perturbed Angular Correlation (PAC)
Neutrons as local probes
Neutron sources
Neutron detection
Production of radio-isotopes in reactors and accelerators

3.3.3.4. Objectivos da unidade curricular e conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:

Oferecer uma formação abrangente, teórica e prática, em técnicas nucleares baseadas no uso de iões, núcleos e neutrões como sondas. Técnicas Nucleares A é focada nas técnicas que usam iões e núcleos, incluindo igualmente a implantação iónica como um processo tecnologicamente relevante. Técnicas Nucleares B é focada no uso de neutrões, incluindo igualmente a produção de radioisótopos para medicina e aplicações industriais.

3.3.3.4. Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired:

To give an overall formation, theoretical and experimental, in nuclear techniques based on the utilisation of ions, nucleus and neutrons, as probes. In a first stage there is a focus on the techniques using ions and nucleus, including ionic implantation as a technological relevant process. The second part of the curricular unit is focused on the use of neutrons, including also the production of radio-isotopes for medical and industrial applications.

3.3.3.5. Bibliografia principal:

G. Schatz, A. Weidinger, Nuclear Condensed Matter Physics, John Wiley, 1996

H.R. Verma, Atomic and Nuclear Analytical Methods, Springer, 2007

Glenn Knoll, Radiation Detection and Measurement, 3rd Ed., Wiley, 2000

3.3.3.6. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. Aulas práticas onde os alunos fazem experiências relacionadas com o conteúdo das aulas teóricas. Relatórios escritos das aulas práticas. Exame final escrito.

3.3.3.6. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of the different subjects, and classes which are used to discuss and solve problems related to the lectures. Practical classes where the students perform experiments related to the presented subjects.

Assessment methods:

Reports on the performed experiments.

Final written exam.

Secção 2

4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes

4.1. Caracterização genérica do corpo docente

4.1. Caracterização genérica do corpo docente (por categoria, título académico e regime de tempo) designado para a leccionação do ciclo de estudos. (Anexo IV - CVs resumidos do pessoal docente e declarações de aceitação)
36 docentes PhD c/ dedicação exclusiva, larga experiência de ensino Univer. pré e/ou pós-graduado e activ. investig. regular .

Prof. Cated.: Filipe D. Santos, Eduardo Ducla Soares, Margarida T. Gama, Ana M. Eiró, V. Konotop, Margarida Godinho.

Prof. Assoc. c/ Agreg: João L. Yun, Ana Nunes, M. Luisa Carvalho Leonardo, A. Amorim Barbosa.

Prof. Assoc. : Amélia Maio, Olinda Conde, Iveta Pimentel, José Augusto, Luis Bento,

Prof. Aux. c/ Agreg: Ana Arriaga, Paulo Crawford Nascimento, Luis Peralta, José P. Marques

Prof. Aux.: Carlos Cardoso, Luis A. Ferreira, M. Laura Palma, Viriato Esteves, Pedro Amorim, M. Margarida Cruz, Edgar Cravo, Pedro C. Miranda, Rui Agostinho, José P. Mimoso, Ana Almeida e Costa, Pedro Almeida, M. Luisa Paramês, Alexandre Andrade, Guiomar Evans.

Prof. Aux. Conv.: J. Dias Gomes (LNEG), J. G. Marques (ITN)

Este projecto conta ainda c/ colaboração de 28 investig. doutorados associados ao DF/FCUL, sempre que for adequado.

4.1. Characterization of the academic staff (by category, academic degree and employment regime) lecturing at the new study cycle. (Annex IV – summarised CVs of the academic staff and declarations of acceptance)

Teaching staff integrates 36 PhD Prof. with a large teaching experience at graduate and post-graduate level.

Prof. Cated.: Filipe D. Santos, Eduardo Ducla Soares, Margarida T. Gama, Ana M. Eiró, V. Konotop, Margarida Godinho.

Prof. Assoc. c/ Agreg.: João L. Yun, Ana Nunes, M. Luisa Carvalho Leonardo, A. Amorim Barbosa.

Prof. Assoc. : Amélia Maio, Olinda Conde, Iveta Pimentel, José Augusto, Luis Bento,

Prof. Aux. c/ Agreg: Ana Arriaga, Paulo Crawford Nascimento, Luis Peralta, José P. Marques

Prof. Aux.: Carlos Cardoso, Luis A. Ferreira, M. Laura Palma, Viriato Esteves, Pedro Amorim, M. Margarida Cruz, Edgar Cravo, Pedro C. Miranda, Rui Agostinho, José P. Mimoso, Ana Almeida e Costa, Pedro Almeida, M. Luisa Paramês, Alexandre Andrade, Guiomar Evans

Prof. Aux. Conv.: J. Dias Gomes (LNEG), J. G. Marques (ITN)

This project also relies on the participation of 28 PhD researchers of DF/FCUL according to their research areas and skills.

4.1.1. Fichas curriculares

Anexo IV - Ana Maria Faria de Almeida e Costa

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

Ana Maria Faria de Almeida e Costa

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_AMC.pdf](#)

Anexo IV - Ana Maria Formigal de Arriaga

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

Ana Maria Formigal de Arriaga

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_AMA.pdf](#)

Anexo IV - Edgar Paiva Nunes Cravo**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Edgar Paiva Nunes Cravo

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_EPC.pdf](#)

Anexo IV - Eduardo Luis Bliebernicht Ducla-Soares**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Eduardo Luis Bliebernicht Ducla-Soares

4.1.1.2. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_EDS.pdf](#)

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

Alexandre Pereira Cabral

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_APC.pdf](#)

Anexo IV - Fernando João Pereira de Bastos**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Fernando João Pereira de Bastos

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_FJB.pdf](#)

Anexo IV - 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. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_GGE.pdf](#)

Anexo IV - Isabel Maria André Ferreirim**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Isabel Maria André Ferreirim

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_IMF.pdf](#)

Anexo IV - Iveta Rombeiro do Rego Pimentel**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Iveta Rombeiro do Rego Pimentel

4.1.1.2. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_IRP.pdf](#)

Anexo IV - Jorge Manuel Palma Correia

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

Jorge Manuel Palma Correia

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_JMC.pdf](#)

Anexo IV - Jorge Sebastião de Lemos Carvalhão Buescu

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

Jorge Sebastião de Lemos Carvalhão Buescu

4.1.1.2. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_JSB.pdf](#)

Anexo IV - José António Cabrita Freitas

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

José António Cabrita Freitas

4.1.1.2. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Licenciado

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_JAF.pdf](#)

Anexo IV - José António Soares Augusto

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

José António Soares Augusto

4.1.1.2. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_JSA.pdf](#)

Anexo IV - José Gonçalves Marques

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

José Gonçalves Marques

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar convidado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

<sem resposta>

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_JGM.pdf](#)

Anexo IV - José Manuel Pires Marques

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

José Manuel Pires Marques

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_JMM.pdf](#)

Anexo IV - José Pedro Oliveira Mimoso

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

José Pedro Oliveira Mimoso

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_JPM.pdf](#)

Anexo IV - Luis Filipe Lopes Bento

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

Luis Filipe Lopes Bento

4.1.1.2. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_LFB.pdf](#)

Anexo IV - 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. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_LFP.pdf](#)

Anexo IV - Luis Manuel Ribeiro Saraiva

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

Luis Manuel Ribeiro Saraiva

4.1.1.2. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):[4.1.1.5._Ficha_LMS.pdf](#)**Anexo IV - Luísa Maria Alvares Duarte de Almeida Abrantes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Luísa Maria Alvares Duarte de Almeida Abrantes***4.1.1.2. Categoria:***Professor Catedrático ou equivalente***4.1.1.3. Grau:***Doutor***4.1.1.4. Regime de Tempo (%):***100***4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):**[4.1.1.5._Ficha_LMA.pdf](#)**Anexo IV - Maria Luísa Gomes Ferreira Paramês****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Luísa Gomes Ferreira Paramês***4.1.1.2. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.3. Grau:***Doutor***4.1.1.4. Regime de Tempo (%):***100***4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):**[4.1.1.5._Ficha_mlp.pdf](#)**Anexo IV - Maria Teresa Faria da Paz Pereira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Teresa Faria da Paz Pereira***4.1.1.2. Categoria:***Professor Associado ou equivalente***4.1.1.3. Grau:***Doutor***4.1.1.4. Regime de Tempo (%):***100***4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):**[4.1.1.5._Ficha_MTP.pdf](#)**Anexo IV - Margarida Maria Telo da Gama****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Margarida Maria Telo da Gama***4.1.1.2. Categoria:**

Professor Catedrático ou equivalente**4.1.1.3. Grau:*****Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):*****100*****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_MMG.pdf](#)****Anexo IV - Manuel Adler Abreu****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Manuel Adler Abreu*****4.1.1.2. Categoria:*****Professor Auxiliar convidado ou equivalente*****4.1.1.3. Grau:*****Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):*****100*****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_MAA.pdf](#)****Anexo IV - 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. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.3. Grau:*****Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):*****100*****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_MMC.pdf](#)****Anexo IV - 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. Categoria:*****Professor Catedrático ou equivalente*****4.1.1.3. Grau:*****Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):*****100*****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):**

[4.1.1.5._Ficha_MBG.pdf](#)**Anexo IV - Paulo Crawford do Nascimento****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Paulo Crawford do Nascimento

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_PCN.pdf](#)

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

Pedro Manuel Ferreira Amorim

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_pma\[1\].pdf](#)

Anexo IV - Pedro Michael Cavaleiro de Miranda**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Pedro Michael Cavaleiro de Miranda

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_PCM.pdf](#)

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

Alexandre Pereira Cabral

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:***Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):*****100*****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_APC.pdf](#)****Anexo IV - Maria José Diogo da Silva Calhorda****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Maria José Diogo da Silva Calhorda*****4.1.1.2. Categoria:*****Professor Catedrático ou equivalente*****4.1.1.3. Grau:*****Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):*****100*****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_MJC.pdf](#)****Anexo IV - Filipe Duarte Branco da Silva Santos****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Filipe Duarte Branco da Silva Santos*****4.1.1.2. Categoria:*****Professor Catedrático ou equivalente*****4.1.1.3. Grau:*****Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):*****100*****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_FDS.pdf](#)****Anexo IV - Maria Laura da Silva Maia Gonçalves Palma****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Maria Laura da Silva Maia Gonçalves Palma*****4.1.1.2. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.3. Grau:*****Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):*****100*****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_MGP.pdf](#)**

Anexo IV - Maria Isabel Fraga Alves**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Isabel Fraga Alves

4.1.1.2. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_MIA.pdf](#)

Anexo IV - Olinda Maria Quelhas Fernades Conde**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Olinda Maria Quelhas Fernades Conde

4.1.1.2. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_OMC.pdf](#)

Anexo IV - Maria Luisa Dias de Carvalho de Sousa Leonardo**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Luisa Dias de Carvalho de Sousa Leonardo

4.1.1.2. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_MLL.pdf](#)

Anexo IV - Jorge Manuel Azeredo Lima**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Jorge Manuel Azeredo Lima

4.1.1.2. Categoria:

Assistente ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Licenciado**4.1.1.4. Regime de Tempo (%):****100****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_JML.pdf](#)****Anexo IV - Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes*****4.1.1.2. Categoria:*****Professor Associado ou equivalente*****4.1.1.3. Grau:*****Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):****100****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_AMN.pdf](#)****Anexo IV - Helena Maria Iglésias Pereira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Helena Maria Iglésias Pereira*****4.1.1.2. Categoria:*****Professor Associado ou equivalente*****4.1.1.3. Grau:*****Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):****100****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_HMP.pdf](#)****Anexo IV - José Manuel de Nunes Vicente Rebordão****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****José Manuel de Nunes Vicente Rebordão*****4.1.1.2. Categoria:*****Professor Catedrático ou equivalente*****4.1.1.3. Grau:*****Doutor*****4.1.1.4. Regime de Tempo (%):****100****4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):****[4.1.1.5._Ficha_jmr0001.pdf](#)****Anexo IV - 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. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_AJB.pdf](#)

Anexo IV - 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. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_ASA.pdf](#)

Anexo IV - João Miguel Pinto Coelho**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

João Miguel Pinto Coelho

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_JMC.pdf](#)

Anexo IV - Maria Manuela Gomes da Silva Rocha**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Manuela Gomes da Silva Rocha

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_MMR.pdf](#)

Anexo IV - Eugénia Maria Martins da Graça**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Eugénia Maria Martins da Graça

4.1.1.2. Categoria:

Assistente convidado ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Licenciado

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_EugéniaGraça_nce.pdf](#)

Anexo IV - Thibault Nicolas Langlois**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Thibault Nicolas Langlois

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_TNL.pdf](#)

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

Maria José Vitoriano Lourenço

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_mjl0001.pdf](#)

Anexo IV - Luís Alberto Araújo Bernardino**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Luís Alberto Araújo Bernardino

4.1.1.2. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.3. Grau:

Doutor

4.1.1.4. Regime de Tempo (%):

100

4.1.1.5. Ficha curricular de docente (PDF, máx. 100kB):

[4.1.1.5._Ficha_LAAB.pdf](#)

4.2. Procedimento de avaliação do desempenho

4.2. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização.

Como ainda não foram aprovados na FCUL, os procedimentos e critérios de avaliação específica previstos nos artigos 19º, nº 3, e 25º, nº 1, do ECDU, transcreve-se o Despacho, Reitoria da UL –DR, 24/11/ 2009:

Despacho n.º 25786/2009 (Avaliação findo período experimental)

O Estatuto Carreira Docente Universitária (ECDU), com a redacção dada p/ Decreto-Lei nº 205/09, de 31 de Agosto, carece de regulamentação em diversas matérias de nuclear importância para o correcto funcionamento das Universidades.

Assim,

Considerando o disposto nos art. 19º, nº 3, e 25º, nº 1 (ECDU) e a necessidade de clarificar o regime de avaliação específica da actividade desenvolvida pelos professores durante o período experimental e a transição para o regime de contratação por tempo indeterminado em regime de tenure;

Nos termos do art. 83º-A do ECDU e do art. 31º, nº 1, f) e g), dos Estatutos da Universidade de Lisboa, aprovo as seguintes regras:

1.º As avaliações específicas dos docentes contratados por um período experimental e que requerem a contratação por tempo indeterminada em regime de tenure são realizadas pelo conselho científico, nos termos Estatutários;

2.º Enquanto não forem aprovados os critérios de avaliação específica previstos nos art. 19º, nº 3, e 25º, nº 1, são aplicáveis as regras previstas no ECDU, na redacção anterior ao Decreto-Lei n.º 205/09, de 31 de Agosto, para a nomeação definitiva dos professores catedráticos e associados (art. 20º) e para a nomeação definitiva dos professores auxiliares (art. 25º);

3.º Os Pareceres a elaborar e as deliberações dos Conselhos Científicos podem ainda fazer menção ao desempenho das funções previstas nos artigos 6.º e 63º do ECDU, na redacção agora conferida pelo Decreto-Lei n.º 205/09;

4.º Nas deliberações do conselho científico apenas podem votar os professores de categoria superior ao lugar a prover, ou da própria categoria, tratando-se de professor catedrático;

5.º As deliberações são tomadas em votação nominal justificada, não sendo permitidas abstenções;

6.º Estando em causa a contratação por tempo indeterminado de professores auxiliares aplicam-se ainda as seguintes regras:

a) A maioria de 2/3 prevista no art. 25º, nº 1, do ECDU tem como universo de referência o conjunto dos membros do órgão presentes que satisfaçam as condições referidas no ponto 4º.

b) As eventuais faltas às reuniões do conselho científico cuja ordem de trabalhos preveja a tomada de deliberações referidas no artigo 25º do ECDU devem ser obrigatoriamente justificadas por escrito e levadas ao conhecimento do órgão na reunião em causa;

c) Não se formando maioria de 2/3 no sentido da contratação por tempo indeterminado, o docente é notificado nos termos e para os efeitos previstos no ar. 25º, nº 2, e nº 1, b);

d) No caso previsto na alínea anterior, o docente é contratado por um período de seis meses, improrrogável.

7.º Nos termos do art.º19º e do n.º 1, do artigo 25º do ECDU cabe ao Reitor a decisão final da contratação.

4.2. Academic staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating.

In this regard, and since it had not been approved in the Faculty of the University of Lisbon, the evaluation criteria specified in Articles 19., Paragraph 3, and 25., Paragraph 1, of ECDU, the Order No. 25786/2009 of the Rector of the University of Lisbon, published in DR to 24 November 2009 will be transcribed:

Order No. 25786/2009 (Evaluation after the trial period)

The Statute of University Teachers Career (ECDU) as amended by Decree-Law No. 205/09 of 31 August, need regulation in various material of nuclear importance for the proper functioning of the universities.

Thus,

Considering the provisions of Article 19., Paragraph 3, and 25., Paragraph 1, of ECDU and the need to clarify the system of evaluation of the activity developed by teachers during the probationary period and the transition to under contract for an indefinite period under the tenure;

Under what is written in Article 83. B of ECDU and Article 31., Paragraph 1, f) g) of the Statute of the University of Lisbon, I approve the following rules:

- 1. Specific assessments of teachers, hired for a trial period, that require hiring an indefinite tenure are carried out by the Scientific Council, in accordance with Statutory;**
- 2. While not approved the specific evaluation criteria set out in Articles 19., paragraph 3, and 25., paragraph 1, the rules provided for in ECDU must be applied, as prior to the Decree-Law No. 205/09 of 31 August, for the final appointment of professors and associates (Article 20.) and for the permanent appointment of the assistant professors (Article 25.)**
- 3. The opinions of the draw and the deliberations of the Scientific Councils may also make reference to the way the duties mentioned in Articles 6. and 63.of ECDU (Decree-Law No. 205/09), were performed;**
- 4. In the deliberations of the Scientific Council can only vote for, senior teachers relative to the vacant position, or the category itself, in the case of a full professor;**
- 5. The decisions are made in roll justified, with no abstentions;**
- 6. As for the use of the indefinite hiring of assistant professors, the following rules are still to be applied:**
 - a) The term “majority of 2/3” under Article 25., paragraph 1, of ECDU, is referred to the universe of members in the conditions set out in Section 4., present in the meeting of the scientific organ.**
 - b) any absences from a meeting of the Scientific Council whose agenda includes an item on the decisions referred to in Article 25. of ECDU, must be justified in writing and brought to the knowledge of the meeting in question,**
 - c) not forming a majority of 2 / 3, towards hiring for an indefinite period, the teacher is notified in accordance with the terms of Article 25., paragraph 2, and paragraph 1, b);**
 - d) In the case of the preceding paragraph, the teacher is hired for a period of six months, not extendable.**
- 7. In accordance with art. 19. and paragraph 1 of Article 25. ECDU, the final hiring decision rests with the Rector.**

4.3. Percentagem dos docentes do ciclo de estudos

4.3.1. Percentagem dos docentes do ciclo de estudos com uma ligação à instituição por um período superior a três anos

100

**4.3.2. Percentagem dos docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano
<sem resposta>**

**4.3.3. Percentagem dos docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha)
<sem resposta>**

5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

5.1. Pessoal não docente adstrito ao ciclo de estudos.

Para além dos docentes do DF este projecto conta com colaboração de 29 invest. qualificados, integrados na FCUL, associados ao DF, cuja intervenção na orientação de trabalho autónomo e na docência de disciplinas ou módulos será determinada pela adequação das suas áreas de trabalho ao projecto proposto.

Inv. Coord. : A. Sá Fonseca; J. M.Rebordão; F.Carvalho

Inv. Princ.I: J. Cabrita Freitas

Inv. Aux.: A.Cabral, A.Yulin, A. Moitinho, Andrea Parisi; Andrii Vovk; Armandina Lopes, Daniel Redondo, David Luz, Elena Duarte, Grisel Mora, J. Pinto Coelho, Jorge Sampaio, José Afonso, Leandro Gasques, Mai Lu, Manuel Abreu, Marco Grossi, M. Conceição Proença, Margarida Pires, M. José Gomes, Patrícia Faísca, Pedro Lind, Rui Borges, Thomas Girard, TomokoMorlat.

O DF dispõe ainda de 8 funcionários p/ apoio às actividades lectivas e administrativas: 4 dão apoio administrativo e 4 apoio às activ. laboratoriais, sendo três em regime permanente e uma estagiária Lic. em Fís.Tecnológica.

5.1. Non academic staff allocated to the study cycle.

This training project also relies on the participation of the following FCUL PhD researchers, integrated in the Physics Department, whose participation will be defined according to their specific research work areas and skills.

Inv. Coord. : A. Sá Fonseca; J. M.Rebordão; Fernando Carvalho

Inv.Princ.: José Cabrita Freitas

Inv. Aux. : Alexandre Cabral, Alexey Yulin, André Moitinho, Andrea Parisi, Andrii Vovk; Armandina Lopes, Daniel Redondo, David Luz, Elena Duarte, Grisel Mora, J. Pinto Coelho, Jorge Sampaio, José Afonso, Leandro Gasques, Mai Lu, Manuel Abreu, Marco Grossi, M. Conceição Proença, Margarida Pires, M. José Gomes, Patrícia Faísca, Pedro Lind, Rui Borges, Thomas Girard, Tomoko Morlat.

The non academic staff of DF that supports the department activities includes 8 people:

- 4 people - admin. support and accessory
- 4 technical assistants, 3 with permanent positions and one trainee (Techn. Physics Degree) for support of experimental teaching activities.

5.2. Instalações físicas afectas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços lectivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.).

As aulas deste Mestrado Integrado decorrerão nas instalações da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

O DF possui vários laboratórios (cerca de 500 m²) equipados para ensino experimental básico e avançado, 2 salas de computadores que incluem cerca de 25 computadores com acesso a diferentes programas considerados necessários para utilização em ensino e investigação, sendo uma delas destinada ao uso generalizado pelos alunos do Departamento, e a segunda, de acesso mais restrito, destinada ao ensino das disciplinas que incluem componente computacional. As aulas que não são de natureza experimental ou computacional utilizam as instalações gerais da FCUL.

O DF dispõe de uma biblioteca recente e moderna, partilhada com o Dep.o de Química e Bioquímica, que permite acesso a bibliografia especializada, e utiliza a Biblioteca Central da FCUL para acesso a bibliografia geral. Os alunos dispõem de espaços de estudo com acesso à Internet, no âmbito do DF e a nível da FCUL.

5.2. Facilities allocated and/or used in the study cycle (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.).

The lectures of this programme will take place in the installations of the FCUL. The DF has several laboratories (500 m²) equipped for basic and advanced experimental teaching (500 m²) and two computer rooms, with a total of 25 computers, with access to internet and to different software, generally used for teaching and research activities. One of these rooms is open to the use of all DF students, whereas the second one is restricted to the teaching and training of the curricular units integrating a computational component. For the lectures that do not include experimental or computational activities, the general installations of FCUL will be used.

The DF shares with the “Departamento de Química ou Bioquímica” a modern and well equipped library for access to specialized bibliography, devoted mainly to 2nd and 3rd cycle students, and uses the central library of FCUL for general basic bibliography.

Study rooms with access to internet are also available to the students.

5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs).

Para além do referido em 5.2, este curso utilizará, nos 2 últimos anos, lab. de investigação das unidades de investigação e de transferência de tecnologia associadas ao DF. Os estudantes disporão assim de acesso a equipamento sofisticado, utilizado para o desenvolvimento da actividade investigação das unidades referidas, e a uma formação especializada, dado o enquadramento por investigadores com larga experiência nas técnicas e respectivos fundamentos físicos. Estão nestas condições os equipamentos e infra-estruturas computacionais pertencentes aos centros SIM, CFAUL, CFMC, ICEMS Lisboa (pólo FCUL), CFNUL, CAAUL, IBEB e as infra-estruturas do Laboratório de Óptica, Lasers e Sistemas da FCUL.

As interações desenvolvidas ao longo dos anos pelo DF com instituições externas como o ITN, IPQ, ISQ serão colocadas ao serviço dos estudantes, assegurando o acesso a equipamento e formação especializada em áreas complementares às desenvolvidas nas unidades de investigação associadas ao DF.

5.3. Indication of the main equipments and materials allocated and/or used by the study cycle (didactic and scientific equipments and materials and ICTs).

Besides the main equipments and materials referred in 5.2, this study cycle will use, in the last two years, the research laboratories of the I&D units associated to DF. In this way the students will have access to sophisticated equipment and techniques, as well as to a specialized formation by teachers/researchers with a large experience and knowledge on these techniques. This is case for the experimental and computational infrastructures belonging to the research units SIM, CFAUL, CFMC, ICEMS Lisboa (pólo FCUL), CFNUL, CAAUL, IBEB and also to the Laboratório de Óptica, Lasers e Sistemas of FCUL.

The interaction and collaboration developed between the DF and other institutions like ITN, ISQ, IPQ will be made available to this study cycle in order to guarantee the students access to equipment and formation in domains complementary to the the ones available in FCUL.

6. Actividades de formação e investigação

6.1. Indicação do(s) Centro(s) de Investigação devidamente reconhecido(s), na área científica específica do ciclo de estudos e respectiva classificação.

Indica-se abaixo os nomes das unidades de investigação reconhecidas pelo sistema científico nacional, associadas ao DF e coordenadas por docentes deste departamento, assim como as respectivas classificações resultantes do

último processo de avaliação (2007/2008)

- Centro de Astronomia e Astrofísica – Muito Bom
- Centro de Física Atómica – Muito Bom
- Centro de Física da Matéria Condensada – Muito Bom
- Centro de Física Nuclear – Muito Bom
- Centro de Física Teórica e Computacional – Muito Bom
- Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica – Muito Bom
- Lab. de Instrumentação e Modelação em Ciências e Tecnologias do Ambiente e do Espaço – Muito Bom

Para além destas unidades há ainda a referir o Laboratório de Óptica, Lasers e Sistemas da FCUL que constitui uma Unidade de Transferência de Conhecimento e Tecnologia associada ao DF (definida nos termos do Estatutos da FCUL), que integra os recursos humanos e materiais correspondentes ao Dep. Óptica e Lasers do ex-INETI.

6.1. Research Centre(s), duly recognised in the specific scientific area of the new study cycle and its mark.

We indicate below the names of the research units associated to DF recognized by the scientific portuguese system (FCT) and coordinated by teachers of this department, as well as their classification obtained in the last evaluation (2008):

- Centro de Astronomia e Astrofísica – Very Good
- Centro de Física Atómica – Very Good
- Centro de Física da Matéria Condensada – Very Good
- Centro de Física Nuclear – Very Good
- Centro de Física Teórica e Computacional – Very Good
- Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica – Very Good
- Lab. de Instrumentação e Modelação em Ciências e Tecnologias do Ambiente e do Espaço – Very Good.

Besides these FCT units, there is also the Laboratório de Óptica, Lasers e Sistemas which is a unit of knowledge and technology transfer associated to DF, that integrates the infrastructures and people from Departamento de Óptica e Lasers of former INETI.

6.2. Indicação do número de publicações científicas da unidade orgânica, na área do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares nos últimos três anos.

530

6.3. Indicação dos principais projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as actividades científicas, tecnológicas e/ou artísticas desenvolvidas na área de ciclo de estudos.

Para a realização do Estágio/Dissertação, assim como para a leccionação de disciplinas ou módulos, o DF utilizará colaborações já estabelecidas com outras instituições, formalizadas por Protocolos específicos para este ciclo de estudos. Estão nestas condições, o Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) e o Instituto Português da Qualidade (IPQ). O Instituto Tecnológico Nuclear (ITN), instituição com que o DF mantém uma colaboração de longa data, terá também uma forte participação a nível da supervisão de alunos e leccionação de unidades curriculares. Os contactos estabelecidos ao longo de vários anos de intercâmbio Erasmus, com a Univ. Joseph Fourier (UJF) e o Inst. Nat Politech. Grenoble (INPG) em França, assim como colaborações científicas desenvolvidas com grupos de investigação estrangeiros, serão igualmente exploradas para a realização da componente Estágio/Dissertação, disponibilizando assim opções de inserção em instituições de referência internacionais (CERN, ESO, ESA,..).

6.3. Indications of the main projects and/or national and international partnerships where the scientific, technological and/or artistic activities developed in the area of the study cycle are integrated.

For the units Estágio/Dissertação, as well as for lecturing of units or modules, the DF will explore collaborations already established with other Institutions using specific agreements for this integrated study cycle. This is the case for Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) and Instituto Português da Qualidade (IPQ). The Instituto Tecnológico Nuclear (ITN), with whom DF has a long standing collaboration, will have also a strong participation in this project in students supervision and lecturing. The various contacts established through many years of Erasmus exchange programmes with Univ. Joseph Fourier (UJF) and Inst. Nat Politechn. Grenoble (INPG) in Grenoble (France), as well as scientific collaborations developed with foreign research groups will be also exploited for Estágio/Dissertação, making available for the students different options, some in international institutions of reference (CERN, ESO, ESA,...).

7. Actividades de desenvolvimento profissional de alto nível**7.1. A oferta destas actividades corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objectivos da instituição.**

N.A.

7.1. The high level professional development activities on offer correspond to market needs and to the mission and objectives of the institution.

N.A.

7.2. O preço destas actividades é determinado de forma transparente e não induz condições de concorrência desleal.

N.A.

7.2. The price of the high level professional development activities on offer are transparently determined and do not induce unfair competition.

N.A.

Secção 3

8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por este ciclo de estudos com base nos dados do MTSS.

Dados mostram que nº de desempregados com habilitação superior aumentou entre 2008-2009 mas 2/3 são desempreg. de curta duração, diplomados em anos recentes, não devendo os números ser entendidos como saturação mercado de trabalho. A categoria Ciências Físicas, Matemática e Engenharia representa 1,2 % do total de desempregados nas diferentes categorias. Em termos genéricos a procura de emprego p/ desempregados com grau de mestre representa 2,8%, valor muito inferior ao de Lic. (87%). De notar que área Ciências Físicas registou o 2º maior decréscimo entre 2008-09. Dados da UL indicam ainda p/ Eng. Física (1999-2003) 91,7 % de empregados até 1 ano após finalização curso e 8,3% com > tempos de espera.

Empresas, instituições investigação, organizações internac., respectivas cadeias de fornecedores, equipamentos/serviços, são alvos emprego destes estudantes que pela formação abrangente têm capacidade p/ se enquadrar em tarefas de I&D indiferenciadas, em várias áreas Eng. e Física.

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on MTSS data.

Data show number of unemployed people with high habilitation increased between 2008-2009 but 2/3 are short-term and correspond to graduations in recent years; therefore the numbers shall not be understood as corresponding to labor market saturation. Professional category of Physical Sciences, Mathematics and Engineering represents 1.2% of total unemployment. In general the demand for employment by people with master's degree is 2.8%, well below that of Lic. (87%); Physical Sciences area showed the 2nd largest decrease between 2008-09.

Data from UL indicate for Physics Eng (1999-2003) 91.7% of employees up to 1 year after completion of studies but 100% for higher periods. Companies, research institutions, international organizations, their supply chains of equipment and services, are targets of employment for these students who have comprehensive training capacities enabling them to fit into undifferentiated R&D tasks in several areas and Engineering and Physics.

8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES).

Apresenta-se a seguir uma tabela com a oferta e a procura de Ciclos Integrados (Lic+Mest) de Eng. Física nas universidades portuguesas (Univ. Aveiro – UA; Univ. Coimbra – UC; Univ. Técnica de Lisboa – UTL; Univ. Nova de Lisboa – UNL), com a indicação de:

- vagas preenchidas na 1ª fase/vagas disponibilizadas, 2007 (A), 2008 (B) e 2009 (C)

- rácio de 1ªs opções vs. nº de vagas, em 2009. (D)

A B C D

UA 19/30 30/30 30/30 1,07

UC 4/30 20/20 20/20 1,1

UTL 55/55 60/60 60/60 1,47

UNL 20/25 30/30 30/30 0,47

UP 20/20 25/25 25/25 1,32

P-GLOB 79% 100% 100%

Em D verifica-se que apenas na UNL o rácio foi inferior a 1.0, sendo compensado, pelo excesso nas outras universidades.

Quanto a vagas preenchidas na 1ª fase, verifica-se que a percentagem global (P-GLOB) foi de 100% nos últimos

dois anos, sendo de 79% em 2007, o que indica uma saturação do preenchimento, perspectivando assim muito favoravelmente a afluência ao MI proposto.

8.2. Evaluation of the capacity to attract students based on access data (DGES).

We show a table with the numbers for offer and demand corresponding to the portuguese universities (UA, UTL, UNL and UP) that offer integrated cycles in Physics Engin. and also to UC that offers a 1st cycle in this area. The numbers shown:

- places filled at 1ª fase/nº available places, 2007 (A), 2008 (B), 2009 (C).
- ratio of 1st option demand/ number available places (D)

A B C D

UA 19/30 30/30 30/30 1,07 (integrat cycle)

UTL 55/55 60/60 60/60 1,47 (integrat cycle)

UNL 20/25 30/30 30/30 0,47 (integ.cycle)

UP 20/20 25/25 25/25 1,32 (integ.cycle)

UC 4/30 20/20 20/20 1,1 (1st cycle)

P-GLOB 79% 100% 100%

In D, the numbers are > 1 in all cases, except for UNL, and demand was much larger than offer.

The % (P-GLOB) show an increase from 79% (2007), to 100% (2008 , 2009), indicating an occupation saturation. This allows to positively foresee the demand for our new offer.

8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que leccionam ciclos de estudos similares.

- *Protocolo de Colaboração entre a Universidade de Lisboa, a Universidade Técnica de Lisboa e a Universidade Nova de Lisboa, assinado pelos Reitores respectivos, que preconiza uma colaboração em actividades de formação ao nível de 2ºs e 3ºs ciclos de estudos-*

8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study cycles.

Collaboration Agreement between Universidade de Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa and Universidade Nova de Lisboa, signed by the Rectors, that states a collaboration of the three Universities regarding the teaching at the level of 2nd and 3rd cycles of studies.

9. Enquadramento financeiro de horizonte plurianual

9.1. Estudo de viabilidade financeira do ciclo de estudos baseada em custos unitários aceitáveis e previsões de procura pelos estudantes num horizonte plurianual.

A FCUL dispõe de instalações modernas com capacidade para suportar o ensino teórico e prático deste ciclo integrado; a qualidade das unidades de investigação associadas ao DF proporciona condições de excelência para o enquadramento dos alunos, que assim terão acesso a equipamentos e estruturas experimentais sofisticados.

O plano dos 3 primeiros anos considera as necessidades específicas do curso, mas optimiza a partilha de disciplinas com outros cursos da FCUL. Assim as disciplinas do 1º e 2º anos são leccionadas também para outros cursos e só no 3º ano aparecem disciplinas específicas. Nos 4º e 5º anos, a especificidade impõe a criação de disciplinas distintas, mas as componentes Projecto/Estágio/Dissertação realizadas em empresas, centros de investigação ou outras instituições, e a partilha das disciplinas de opção com outros Mestrados, reduz substancialmente os custos associados.

O estudo da viabilidade financeira foi realizado com base nos seguintes pressupostos:

1-Como curso de carácter científico/técnico (1º e 2º ciclos) assume-se o financiamento de 1 docente por cada 9 alunos na formação inicial, e 1 docente por cada 11 alunos na formação avançada.

2 – Considera-se a possibilidade de coordenação de 3 cadeiras semestrais/docente, com as aulas práticas dos primeiros anos leccionadas por docentes com colaboração de monitores (custo equivalente a ¼ custo de docente)

3- Os custos para disciplinas partilhadas são divididos pelo número de cursos a ela associados.

4- As aulas práticas são limitadas a 15 alunos, de modo a privilegiar um acompanhamento directo.

Assim tem-se:

- Os custos do primeiro ano incluem 6 disciplinas partilhadas por 3 cursos e 5 disciplinas partilhadas por 2 cursos, a que se soma o equivalente de 2 monitores, num total de 2 docentes (equivalente).

- No segundo ano, 2 disciplinas são partilhadas por 3 cursos e 9 partilhadas por dois, somando-se o equivalente de 2 monitores, num total de 2.2 docentes (equivalente).

- No terceiro ano, 6 disciplinas são partilhadas por dois cursos e 4 disciplinas são específicas a este curso, somando-se 1 monitor, num total de 2.5 docentes (equivalente).

- Do quarto ano constam 5 disciplinas específicas, 4 disciplinas de opção partilhadas com outros cursos e a disciplina de Projecto Experimental, enquadrada nas actividades de investigação, num total de 2.4 docentes (equivalente),

- Do quinto ano constam 2 cadeiras específicas, três cadeiras de opção e o Estágio/Dissertação, enquadrado na actividade de investigação, ou realizado no exterior; os recursos envolvidos são equivalentes a 1.7 + 1 docentes, este último correspondente à co-orientação para instituições externas.

Para um nº vagas = 25 (em 2009/10 propõe-se 20), correspondente à justificação de 2.7 docentes/ano de formação, num total equivalente a 12.5 docentes, o balanço efectuado que conduz a um número de 11 docentes, mostra que esta proposta é viável com custos unitários compatíveis com o financiamento.

9.1. Analysis of the financial viability of the study cycle based on acceptable unit costs and forecasts of student demand over a period of several years.

The curricular plan fully explores the resources available in DF/FCUL (it gathers 36 Professors and 26 Researchers) and in external institutions like IPQ, ISQ and ITN, with whom the DF maintains long standing collaborations.

FCUL has very good infrastructures suitable to sustain a high quality theoretical and experimental teaching; the quality of the DF associated research units also sets a very good environment for students that will profit from very good experimental facilities.

The curricular plan for the first 3 years, although designed to suit specific requirements optimizes the use of units already thought for other cycles. All the 1st and 2nd year units are already existent to support other DF study cycles or other cycles of FCUL. In the 3rd year only 2 specific units are proposed. In the 4th and 5th years the specificity of items imposes the construction of new units. However, due to the fact that Estágio/Dissertação, is carried out in research units, external institutions or companies, and to the sharing of optional units with other master's, the costs are substantially reduced.

The cost estimate was elaborated based on:

1 As a scientific (technical) curricular plan, we assume one Professor (ETI) for each 9 students for the first 3 years, and one Professor for each 11 students for the final 2 years.

2- The coordination of 3 different units by each Professor, with the support of "monitores" (1/4 of the cost) in first years lab classes.

3- The cost of the units shared with other cycles is divided accordingly.

4-The laboratory classes are restricted to 15 students to strengthen the contact teacher/ student.

The total costs can be estimated as follows

- 1st year - 6 units shared by 3 study cycles, 5 units shared by 2 cycles and 2 "monitores", in a total equivalent to 2 Professors.

- 2nd year- 2 units shared by 3 cycles, 9 units by 2 cycles and 2 "monitores" , giving 2.2 Professors (equivalent).

- 3rd year, 6 units shared by 2 cycles, 4 units specific to this cycle and one "monitor", in a total of 2.5 Professors (equivalent).

- 4th year, 5 specific units and 4 optional shared units, in a total of 2.3 Professors (equivalent).

- 5th year, 2 specific units and 3 optional, involving the cost of 1.7 Professor (equivalent). In Estágio/Dissertação the students will carry out a project/research work under the responsibility of researchers from DF, or in external institutions (research, state laboratories, companies) requiring in some cases an internal support. Adding the equivalent of 1 Professor for this support, we get a total of 2,7 Professor (equivalent).

With a number of places of 25/year, (20 students in 2009) 2,7 Prof./year (first 3 years) and 2,2 Prof./year (final 2 years) are justified, in a total of 12,5 Professors for the 5 years. The cost balance, giving an estimate of Professor (equivalent) around 11, shows that the presents proposal is viable with yearly costs compatible with funding.

10. Fundamentação do número de ECTS por unidade curricular

10.1. Justificação genérica da distribuição do número de unidades de crédito atribuídas por unidade curricular.

A distribuição do número de créditos (ECTS) pelas unidades curriculares é realizada, em todos os cursos da FCUL, de acordo com um enquadramento geral e sistemático, adaptado a posteriori a cada curso, e pressupondo um conjunto de instrumentos de controlo e aferição, já calibrados em diversos contextos da FCUL, e que serão progressivamente adaptados e refinados em função dos resultados dos processos de avaliação e garantia de qualidade.

O enquadramento geral aplicável a todos os cursos e que fundamenta a distribuição-base do número de créditos pelas várias unidades curriculares patente no plano apresentado é:

(a) Duração normalizada de todos os semestres - a organização dos cursos é semestral, correspondendo cada semestre a 30 unidades de crédito (ECTS) e um ano a 60 unidades de crédito. Por decisão da Universidade de Lisboa, uma (1) unidade de crédito corresponde a vinte e oito (28) horas de trabalho de um estudante, correspondendo assim um ano lectivo a 1680 horas de trabalho.

10.1. Generic justification for the allocation of the number of credit units to each curricular unit.

The distribution of the number of credits (ECTS) among the different curricular units is performed in all FCUL

education offers, according to a general and systematic frame adjusted a posteriori to each cycle of studies, based on a collection of control and gauging tools, already calibrated in different contexts, that will be progressively adapted e refined in accordance with the evaluation and guarantee control procedures.

The general frame applicable to all FCUL cycles of study, that bases the distribution of the ECTS number by the various curricular units in this curricular plan is as follows:

(a) Normalized time-span of all semesters – the curricular units duration is based on a semester organization, corresponding each semester to 30 ECTS and one year to 60 ECTS. According to the decision of the University (UL) one credit unit corresponds to 28 h of students work, and consequently one complete school year represents a total of 1680 work hours.

10.2. Indicação da forma como os docentes e estudantes (caso se aplique) foram consultados sobre o método de cálculo das unidades de crédito.

Para contabilizar o esforço a atribuir a cada unidade curricular recolheu-se informação junto dos docentes e alunos, sob a forma de inquéritos escritos (em 2006/2007) e em discussões abertas realizadas durante os anos lectivos 2007/08 e 2008/09. O processo de discussão e consulta foi orientado pelos Coordenadores da licenciatura e pela Comissão Executiva do Departamento de Física, tendo sido desenvolvido em diferentes reuniões de docentes que incluíram a Comissão Executiva, os coordenadores de licenciatura, representantes ao Conselho Pedagógico, e docentes ligados a diferentes áreas.

10.2. Indication of the way the academic staff and students (if applicable) were consulted about the method for calculating the credit units.

In order to estimate the number of credits of each curricular unit, teachers and students were consulted by means of inquiries in 2006/07 and open discussions in 2007/08 and 2008/09. The discussions were coordinated by the Executive Committee and by the coordinators of the teaching cycles, and included members of the Pedagogical Council and teachers of the different areas.

11. Fundamentação do número total de ECTS e da duração do novo ciclo de estudos

11.1. Justificação do número total de unidades de crédito e da duração do ciclo de estudos com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do Decreto-Lei n.º 74/2006.

O engenheiro formado por este ciclo integrado poderá exercer actividades de “investigação, concepção, estudo, projecto, fabrico, construção, produção, fiscalização e controlo de qualidade, incluindo a coordenação e gestão dessas actividades e outras com elas relacionadas” (Estatutos Ordem dos Engenheiros) em áreas relacionadas com a Física. Em Portugal como na Europa, a formação destes engenheiros, ditos de concepção, tem tradicionalmente uma duração de 8 a 10 semestres.

Ao ser ministrado em 10 semestres, com 300 ECTS, o curso está dentro dos constrangimentos e recomendações patentes no nº 4 do Anexo III.A correspondente ao nº 1 do art. 9º - Dec. Lei nº 74/2006, de 24 de Março. Esta estrutura reflecte ainda a opinião dos empregadores nacionais e europeus quanto ao número de anos de formação exigido para um profissional de Engenharia (5 anos) e garante a comparabilidade e a compatibilidade com cursos europeus da mesma área, permitindo a mobilidade de estudantes e docentes.

11.1. Justification of the total number of credit units and of the duration of the study cycle, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decree-Law no. 74/2006.

The Engineer completing successfully this study cycle will be prepared to develop different type of activities namely “ research , conception, study, project, construction, production, fiscalisation and quality control, including the coordination and management of these and other related activities” as stated in the Statutes of “Ordem dos Engenheiros”, in different areas where Physics is instrumental. In Portugal as in Europe the education time for these "conception engineers" is 8 -10 semesters.

This study cycle of 10 semesters is in accordance with portuguese legislation, following the recommendations published in nº 4 - Anexo III.A corresponding to no 1 in art. 9º - Dec. Lei nº 74/2006, of 24 March.

The proposed structure reflects also the reasoning of national and european employers about the time required for the training of qualified engineer and guarantees the comparability and compatibility with similar studies in Portugal and in Europe, allowing the mobility of students.

12. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

12.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com a duração e estrutura semelhantes à proposta.

No Espaço Europeu (fora de Portugal) escolhemos:

- 1- *Inst. Polit. di Milano (PdM) e di Torino (PdT): oferecem 1ºs ciclos (“Laurea”) e 2ºs ciclos (“Laurea Specialistica”) em Eng. Física.*
- 2- *KTH Royal Inst. of Technology: oferece MSc em Eng. Física, depois de BSc em Física ou área afim, que garanta conhecimentos teóricos aprofundados.*
- 3- *Delft Univ. of Technology: oferece MSc em Física Aplicada, depois de BSc em Física Aplicada. Embora c/ exigências profissionais e de qualificação equivalentes - 5 anos de formação, verifica-se uma organização formal em 1ºciclo+2ºciclo.*

Em Portugal, legislação permite organização em ciclos integrados perante exigências profissionais. Cursos equivalentes (5 anos):

- A) *FCT, Universidade Nova de Lisboa*
- B) *IST, Universidade Técnica de Lisboa*
- C) *Universidade de Aveiro*
- D) *FC, Universidade do Porto*

Todos os cursos referidos terminam com projecto/dissert (30-48 ECTS) concretizando utilização de conhecimentos e competências adquiridos.

12.1. Examples of study cycles offered in reference institutions of the European Area of Higher Education with similar duration and structure to the proposed study cycle.

In European Area, out of Portugal, we chose:

- 1- *Inst. Polit.diMilano (PdM), Inst.Polit.di Torino (PdT): they offer 1st and 2nd cycles (“Laurea”, “Laurea Specialistica”) in Phys. Engineering.*
 - 2- *KTH Royal Inst. of Technology: offers a MSc in Phys. Engineering, after a BSc in Physics or similar area, guaranteeing solid theoretical knowledge*
 - 3- *Delft Univ. of Technology: offers a MSc in Appl. Physics, after a BSc in Appl. Physics.*
- Although with similar professional and qualifying requirements, these education projects are formally organised in two cycles, a total of 5 years study.*
- Portuguese legislation allows integrated cycles (5 years), when professional requirements are established, as for Engineers.*

Equivalent cycles in Portugal:

- A) *FCT,Univ.Nova de Lisboa*
- B) *IST,Univ.Técnica de Lisboa*
- C) *Univ. Aveiro*
- D) *FC,Univ. Porto*

All referred education plans end with Project/Dissertation (30-48 ECTS), where students have to materialize the knowledge and competencies acquired.

12.2. Comparação com objectivos e competências de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior.

Objectivo geral (1,2,3):*formar profissionais c/ competências em Física e capacidade para transferir conhecimentos p/ resultados práticos; plan. curric.. dão form. sólida em Física (teor+exper+instrum) e form.adicional em ferramentas analíticas, computacionais, modelação, p/ resolução problemas em áreas de aplicação.*

- 1- *PdM e PdT, gdes escolas engenharia, alinhamentos curriculares idênticos,com especialização em semicondutores e fotónica (áreas existentes curso FCUL).*
- 2- *Com especializações; algumas (Optical e NanoPhysics) contempladas curso FCUL.*
- 3- *Formação flexível: permite escolha percursos definidos. Lógica semelhante a curso FCUL; percursos (Imaging Science and Technol; Nanoscience; Rad., Radionuc. and Reactors) equivalentes áreas contempladas curso FCUL.*

Curso FCUL evidencia complementaridade opções relativamente a outros 2 Lisboa; sem especializações definidas, permite focalização: Metrol. e Qual., Instrumentação, Óptic e Fis. Nucl. Aplic. e C. Mat./Nanotecnologia.

12.2. Comparison with the objectives and competencies of similar study cycles offered in reference institutions of the European Area of Higher Education.

Objectives (1,2,3):*Train professionals with competencies in Physics and capacity to transfer knowledge into material problems. Curricular plans with solid formation in Physics, additional training in analytical, computation and modeling.*

- 1- *PdM,PdT: curric. plans similar to FCUL, allowing a specialization in semiconductors and photonics, areas existing in FCUL cycle.*
 - 2- *Speciality areas: some (Optical e NanoPhysics) exist in FCUL cycle.*
 - 3- *Choice of curric. units within defined tracks. Logic similar to FCUL project; some tracks (Imag. Science and Technol; Nanoscience; Rad., Radionuclides and Reactors) equivalent to some focused areas proposed by FCUL.*
- In Portugal: Cycles (5 years) show flexibility due to the diversity of job market. Comparison of FCUL cycle with 2 cycles Lisboa evidences complementary optional units. Without formal specialization areas, FCUL project offers possibility of focusing in Metrol. e Qual., Appl. Optics, Appl. Nucl. Phys. and Mat. Sc. /Nanotecnol.*

13. Outras informações – estágios e períodos de formação em serviço

13.1. Indicação dos locais de estágio ou formação em serviço

13.1.1. Anexo V. Protocolos

13.1.1. Anexo V. Protocolos. Protocolos específicos com as entidades onde os estudantes completam a sua formação profissional. (PDF, máx. 400kB)

Documento com os protocolos específicos que demonstram a existência dos recursos necessários à formação dos estudantes.

[13.1.1._cooperacao.pdf](#)

13.1.2. Anexo VI. Mapas de distribuição de estudantes

13.1.2. Anexo VI. Mapas de distribuição de estudantes. 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.

[13.1.2._Distrib Est_Dissert.pdf](#)

13.2. Indicação dos recursos próprios da instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes no período de formação em serviço

13.2. Indicação dos recursos próprios da instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e períodos de formação em serviço.

De acordo com a legislação relativa à Pós-Graduação, em vigor na UL, a realização de trabalho autónomo sob orientação de investigadores não pertencentes à Instituição, implica a nomeação de um orientador interno, para acompanhamento do trabalho desenvolvido.

O DF dispõe de um corpo docente (36 Prof.) e de um corpo de investigadores (29 Inv) todos doutorados, com uma larga experiência de ensino universitário e/ou de investigação, tendo assim uma efectiva capacidade de acompanhamento dos seus estudantes nos períodos de formação em serviço.

13.2. Indication of the institution own resources to effectively follow its students during their in-service training periods.

In accordance with UL legislation, the supervision of stages and training periods by researchers of other institutions, implies the appointment of an in-house supervisor to follow the performed work.

The DF has available a staff with a large teaching/research experience and consequently an effective capacity to follow the students during their in-service training periods.

13.3. Anexo VII. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes

13.3. Anexo VII. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB)

Documento com os mecanismos de avaliação e selecção dos monitores de estágio e formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino e as instituições de formação em serviço.

[13.3._Normas.pdf](#)

Secção 4

14. Análise SWOT do novo ciclo de estudos

14.1. Apresentação dos pontos fortes.

- *Formação sólida em metodol. da eng. aliada a compreensão profunda dos processos físicos em larga gama de sistemas c/ incidência económica; abordagem viabiliza atitude sistémica aliando capacidade de analisar problemas a resolução com base em metodol. de elevado desempenho*

- *Integração (DF/FCUL) investigadores e infraestruturas de INETI introduz novas valências e experiência na abordagem de problemas sob especificações externas.*

- *Formação benéfica da intervenção unidades I&D reconhecidas, com forte grau de internacionalização*

- *Colaborações externas relevantes no domínio da metrologia e qualidade, como Inst. Soldadura e Qualidade (ISQ) e Instituto Português de Qualidade (IPQ). Colaboração com Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) traz intervenção*

*de invest. c/ experiência em ciências/técnicas nucleares,protecção/ segurança radiológica,ciência/eng. de materiais
- Infraest. internas + inst. externas + cooper. internacionais garantem vasto leque de inserção dos formandos*

14.1. Strengths.

This project provides a robust training in engineer. methodologies, first principles understanding of physical processes in various systems with potential economic value and in physical-based problems solving using high performance methodologies.

It benefits from:

- the integration in FCUL of ex-INETI researchers and their laboratorial infrastruct. increasing the physics department resources and supporting an approach of problem solving based on final-user specifications*
- the participation of R&D units recognised in different areas of physics as well as in astrophysics, biophysics and space, defense, security and industry areas.*
- the participation of inst. within metrology and quality system like ISQ, IPQ and of ITN which guarantees the participation of trained professionals in nuclear sciences and techniques, radiology protection and security, materials science and engineering*
- a large scope of training and contact with outside world for jobs and professional opportunities*

14.2. Apresentação dos pontos fracos.

- Estruturas laboratoriais de apoio a ensino inicial carecem de reforço, p/ permitir intensificar valências experimentais e desenvolver de forma consolidada a atitude experimental dos estudantes*
- Formação ligada a empreendedorismo e gestão de empresas carece de reforço, havendo necessidade de desenvolver internamente e nos estudantes uma postura de abertura ao exterior.*
- Necessidade de aumento da componente estágio profissional, não possível no momento perante a organização dos primeiros 3 anos onde é imperioso manter máximo de sobreposições com 1º ciclo Física.*
- Necessidade de intensificação da Coordenação, de modo a orientar o esforço para interesses de médio/longo prazo dos alunos, aproveitar plenamente recursos internos e externos, dinamizar criação de oportunidades p/ formandos e promover internacionalização da formação.*

14.2. Weaknesses.

- Teaching labs supporting first three years training require improvement and resources (equip, technicians, monitors) in order to strengthen experimental training from the beginning of this MSc. This is mandatory in order to develop the backbone of students experimental attitude towards physics/science.*
- We must enforce and strengthen training in entrepreneurial management area and prepare students to acquire a well-based pragmatism typically associated to conventional engineers.*
- For the integrated MSc to succeed, we believe that a larger Estágio in professional environment (last years) is mandatory. Such involvement is not possible during the first three years due to the need to keep large commonality with 1st cycle in physics.*
- Internal coordination is mandatory and have to be enforced in order to use all available resources, create a pupil-centric training and promote the emergence of opportunities in international contexts related to science, technology and engineering*

14.3. Apresentação das oportunidades criadas pela implementação.

- Este curso completa e torna coerente oferta FCUL em engenharias ligadas a ciências físicas reforçando a sua apresentação aos mercados (alunos/empregadores).*
- Intervenção inst. externas (IPQ, ISQ, ITN) permite orientação curso p/ áreas genéricas da medição e instrumentação de base física, com procura crescente.*
- Crise económica leva empresas a externalização de serviços de engenharias “tradicionais” reforçando contratação eng. polivalentes de processo e p/ gestão interfaces c/ outras especialidades.*
- Estes mestres poderão exercer actividade em diversos sectores: grandes infraestrut. investigação; sector de tecnol. e eng. aeroespacial, sistemas metrológico e de qualidade, eng. de materiais, micro/nanotecnologias, controlo de proc. industriais, domínios em que é necessário resolver problemas e criar produtos inovadores*
- Aumento do nº de grandes infraestrut. europeias de investigação cria novas oportunidades para formandos (estágios, cursos de formação, posições permanentes)*

14.3. Opportunities.

- This training completes the FCUL offer in physics based engineering strengthening its visibility for student/employers.*
- Inst. partners (IPQ, ISQ, ITN) characteristics allow steering this MSc towards the general field of measurement and the use of physics based instruments, with great demand in emerging markets and application areas.*
- Economical crises lead companies to services outsourcing in “conventional” engineering fields which may lead to hire multidisciplinary engineers to handle processes and interfacing with other specialities.*
- These students will find their way in many national/international fields of activity: large European research infrastructures, aerospace industry, services related to metrology and quality, materials development, micro/nanotechnologies, control of industrial processes.*
- Development of European research infrast. may create a large number of opportunities to our students through*

specialized training, hands-on-training or permanent positions.

14.4. Apresentação dos constrangimentos ao êxito da implementação.

- *Necessidade reforço (docentes e alunos) atitude pragmática de trabalho e resolução problemas sob especificação.*
- *Necessidade adaptação vasta experiência DF/FCUL em formação área engenharia física (Lics: Fís. Tecnológica–1982-91; Eng. Física–1992-2006; Física-Ramo Eng. Física+Mest. Eng. Física–2007-) visando estratégias + centradas nos alunos e exigências mercado trabalho, menos direccionadas p/ interesses centros investigação envolvidos.*
- *Coordenação necessita reforço p/ garantir equilíbrio de unid. curriculares, impedir fragmentação disciplinar, garantir inexistência omissões relevantes e dinamizar reconhecimento externo da formação.*
- *Necessidade de implementar estrut. modular em disciplinas avançadas p/ aproveitar recursos e garantir objectivos específicos do curso; modularização não é prática corrente na FCUL*
- *Existência 2 ofertas concorrentes região de Lisboa mas procura global na área cresceu muito últimos anos (2009/10 excesso considerável procura perante oferta)*

14.4. Threats.

- *Need to harmonize attitudes (teachers and students) with enhanced pragmatism, problem solving capabilities and appropriate attitude to approach problems from specifications set elsewhere.*
- *Need to adjust previous experience of Physics department (past studies 1st and 2nd cycles in engineering physics/technological physics) in order to imprint a pupils-centric approach, reducing the drive from scientific interests of participating research units.*
- *Need to enhance top level coordination in order to ensure the right balance between the contents of different curricular units, and to eliminate fragmentation and lack of relevant subjects.*
- *Need to construct modular units with different teachers and their approaches, in order to fulfill the general and specific objectives of this integrated cycle.*
- *In Lisbon area, there are 2 competing programs in this domain; nevertheless, students' demand has grown considerably in the last few years and has not been fully satisfied in 2009/10.*

14.5. CONCLUSÕES

A forte internacionalização, ligação c/ inst. externas e empresas, o empenho de diversas unidades de I&D na execução da licenciatura, a recente integração de 1 grupo significativo de investig. com experiência em eng. de sistemas, na resolução de problemas sob especificações externas e uma postura pragmática de ligação ao exterior, são certamente os principais factores positivos a reter.

A formação e metodologias utilizadas viabilizam nos formandos uma capacidade de analisar problemas com base em princípios físicos aliada à sua resolução com base em metodologias robustas e de elevado desempenho, viabilizando a sua intervenção em diferentes áreas de actividade, em particular, nas novas áreas interdisciplinares, cujo sucesso exige pessoal qualificado em ciências físicas e téc. de engenharia.

Esta formação beneficia da intervenção de unidades de I&D forte/ activas e c/ reconhecimento internac. em várias áreas da Física (fís. nuclear e das partículas elementares, fís. atómica, fís. da matéria condensada e fís. computacional, fís. dos materiais/nanotecnologia) e nos domínios espacial, da astrofísica, biofísica, e nos sect. indústria, segurança e defesa. Para além de colabor. c/ grupos de investig. estrangeiros, destaca-se uma participação significativa das unidades de I&D da FCUL em grandes infra-estruturas de investigação (ESA, ESO, CERN, Defesa). Em particular, todos projectos para o ESO têm liderança/participação significativa das unidades FCUL; no domínio espaço a FCUL é a entidade do sist. Científ.nacional com maior número de projectos com a ESA e uma participação importante no recente/ aprovado Consórcio Espaço

Tendo a procura dos cursos de eng. na FCUL crescido ao longo do tempo, urge retomar processo interrompido há alguns anos na área da Eng. Física, recuperando para a área da física a arte genérica da medição e desenvolv. de sistemas (do protót. ao sist. operacional) aliada a capacidades de model. computacional, em novos paradigmas de labor. virtuais.

A retoma da crise, poderá reforçar o interesse das empresas neste tipo de licenciados; assistir-se-á, em muitos casos, à externalização de serviços de eng. tradicionais, sobretudo pelas PME. Em 2008 e 2009 a procura estudantil nesta área foi significativa/ superior a anos anteriores, certamente c/ base no entendimento da evolução e necessidades de empresas e sociedade.

Um MI com estas características exige forte coord. entre todos os intervenientes (docentes, investig., parceiros outras insituições) incidindo, em particular, sobre a qualidade da form. labor. (anos iniciais) e da form. profissional nos últimos anos. Esta coordenação, instrumental na superação de algumas dificuldades indicadas, empenhar-se-á também na procura de novos parceiros empresariais e potenciais empregadores dos formandos, assim como na internacionalização da formação e criação de condições que garantam aos formandos o acesso a programas das organiz. internacionais com as quais a FCUL coopera.

14.5. CONCLUSIONS

A strong level of internationaliz., cooperation with institutions and companies, the commitment of various R&D units in the implementation of this program, and recent integration at FCUL of researchers team experienced in systems Engineer and services to companies are certainly very positive assets of this program.

This education prog. is intended to provide a robust training in the generic engin. methodol. in relation to the understanding, from first principles, of the relevant phys. processes, in order to cope with a large range of systems with potential economic value. Students are encouraged to make themselves familiar with the solving of physical-based problems using experienced high performance methodologies. This approach is mandatory in all areas of activity, especially in the emerging interdisciplinary areas, which must be tackled by integrated teams resourceful in phys. sciences and engineering techniques.

This training benefits from the participation of research R&D units internat. recognized in physics (nuclear and element. Particle, atomic, cond. matter, comput. phys., phys. of materials/nanotechnology), as well as in space, astrophysics, defense, biophysics, security and industry areas. In addition to the normal scientific internat. cooper. we pinpoint the role of FCUL and Physics Dep. in programs ESA, ESO, CERN and EDA. All ESO instrumentation projects have leadership/strong participation of FCUL; in space area, FCUL is the R&D Portuguese institution with the larger number of ESA contracts, and an important role in the approved Space Consortium

We expect companies will recover from the economical crises with adjusted strategies concerning profile of engineers and applied physicists they require, and SME will keep outsourcing needs related to traditional branches of engineering. Students' demand in applied science and eng. is steadily growing (2008 and 2009) driven by the understanding that companies do need large spectrum scientific profiles for survival

Therefore it is strategic to pursue at FCUL the develop. of all eng. areas related to basic sciences, addressing societal needs, and phys. department must endorse again the previous tradition of physics related to measurem. and instrument. and to the capability to develop systems, coupled with the development of skills in computat. modeling and emerging paradigm of the virtual labor.

This MI requires a mandatory coordin. among teachers, researchers and external institutions participants sharing a strong responsibility to enhance the quality of exper. work and of professional training at last 2 years of the MSc This coordination must overcome natural difficulties between teachers, create links to the outside world, namely to companies which potentially hire graduates and improve the level of internationaliz. of the program in order to grant our students the access to related/complementary programs and to internat. Laborat. infrastructures and technology-oriented companies.