ACEF/1516/06837 — Guião para a auto-avaliação

Caracterização do ciclo de estudos.

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

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

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

A3. Ciclo de estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A3. Study programme:
Physics Engineering

A4. Grau:
Mestre (MI)

A5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (nº e data):
Despacho nº 10537/2014, DR nº 155, II série de 13 de agosto

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

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

A7.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):
441

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

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

A8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:
300

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

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

A10. Número de vagas proposto:

60

A11. Condições específicas de ingresso:

Provas de Ingresso:
Matemática A + Física e Química
Classificações mínimas:
Classificação mínima de 100 em cada uma das provas de ingresso (exames nacionais do ensino secundário) e classificação mínima de 120 na nota de candidatura. A nota de candidatura (NC) é calculada utilizando um peso de 50% para a classificação do Ensino Secundário (MS) e um peso de 50% para a classificação das provas de ingresso (PI). - Fórmula de Cálculo da Nota de Candidatura: NC = MS x 50% + PI x 50% (ou seja, média aritmética da classificação final do Ensino Secundário e da classificação das provas de ingresso).

A11. Specific entry requirements:

Entrance Exams:
Mathematics A + Physics and Chemistry
Minimum grades:
Minimum grade of 100 in each entrance examination (national examinations of secondary education), and minimum grade of 120 when applying for the program. The application grade (AG) is calculated by using a weight of 50% for the classification of Secondary Education (MS) and a weight of 50% for the classification of the entrance exams (EE). – Formula for calculating the Application Grade: AG = MS x 50% + EE x 50% (that is, arithmetic average of the final classification of Secondary Education and the classification of the entrance exams).

A12. Ramos, opções, perfis...

Pergunta A12

A12. Percursos alternativos como ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):

Sim (por favor preencha a tabela A 12.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras)

A12.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)

A12.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor, or other forms of organisation of alternative paths compatible with the structure of the study programme (if applicable)

Opções/Ramos/... (se aplicável):	Options/Branches/... (if applicable):
Tronco Comum	Core Training
Engenharia	Engineering
Física	Physics

A13. Estrutura curricular

Mapa I - Engenharia

A13.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia Física Tecnológica

A13.1. Study programme:

Physics Engineering

A13.2. Grau:

Mestre (MI)

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

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

A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*
Astrofísica e Gravitação/Astrophysics and Gravitation	AstGrav	0	12
Física Interdisciplinar/Interdisciplinary Physics	FInter	6	30
Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias / Condensed Matter and Nanotechnology	FMCNano	6	49.5
Física de Partículas e Física Nuclear/Particle and Nuclear Physics	FPaFN	0	42
Física dos Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear/Plasma Physics, Lasers and Nuclear Fusion	FPLFN	0	30
Físicas e Tecnologias Básicas / Basic Physics and Technologies	FBas	6	54
Sistemas, Decisão e Controlo/Systems, Decision and Control	SDC	0	6
Todas as Áreas Cientificas do IST/All Scientific Areas of IST	OL	0	36
(8 Items)		**18**	**259.5**

Mapa I - Física

A13.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A13.1. Study programme:
Physics Engineering

A13.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*
Astrofísica e Gravitação/Astrophysics and Gravitation	AstGrav	6	18
Física Interdisciplinar/Interdisciplinary Physics	FInter	0	12
Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias/Condensed Matter and Nanotechnology	FMCNano	6	42
Física de Partículas e Física Nuclear/Particle and Nuclear Physics	FPaFN	6	36
Física dos Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear/Plasma Physics, Lasers and Nuclear Fusion	FPLFN	0	12

Físicas e Tecnologias Básicas/Basic Physics and Technologies	FBas	6	30
Todas as Áreas Cientificas do IST/All Scientific Areas of IST	OL	0	36
(7 Items)		**24**	**186**

Mapa I - Tronco Comum

A13.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A13.1. Study programme:
Physics Engineering

A13.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*
Análise Numérica e Análise Aplicada/Numerical Analysis and Applied Analysis	ANAA	4.5	0
Computadores/Computers	Comp	12	0
Electrónica/Electronics	Electr	6	6
Engenharia e Gestão de Organizações/Engineering and Management of Organizations	EGO	4.5	0
Física de Partículas e Física Nuclear/Particle and Nuclear Physics	FPaFN	6	0
Física dos Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear/Plasma Physics, Lasers and Nuclear Fusion	FPLFN	12	0
Físicas e Tecnologias Básicas/Basic Physics and Technologies	FBas	108	30
Matemáticas Gerais/General Mathematics	MatGer	27	0
Probabilidades e Estatística/Probability and Statistics	PE	6	0
Química-Física, Materiais e Nanociências/Chemistry-Physics, Materials and Nanosciences	QFMN	6	0
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	6
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST	Diss	36	0
(12 Items)		**228**	**42**

A14. Plano de estudos

Mapa II - Física - 4º ano / 1 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:

Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º ano / 1 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
4 year / 1 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física da Matéria Condensada/Condensed Matter Physics	FMCNano	Semestral	168	T-56;	6	Obrigatória
Complementos de Mecânica Quântica/Complements of Quantum Mechanics	FBas	Semestral	168	T-56;	6	Obrigatória
Relatividade e Cosmologia/Relativity and Cosmology	AstGrav	Semestral	168	T-56;	6	Obrigatória
(3 Items)						

Mapa II - Tronco Comum - 4º ano / 2 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º ano / 2 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
4 year / 2 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Ótica Quântica e Lasers/Quantum Optics and Lasers	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Obrigatória
Gestão de Ciência e Tecnologia/Science and Technology Management	FBas	Semestral	168	T-56;	6	Obrigatória

(2 Items)

Mapa II - Tronco Comum - 3º ano / 2 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

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

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
3 year / 2 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física do Estado Sólido/Solid State Physics	FBas	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Obrigatória
Mecânica Quântica II/Quantum Mechanics II	FBas	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Opcional 3 – Escolher 6 ECTS
Laboratório de Física Experimental Avançada/Advanced Experimental Physics Laboratory	FBas	Semestral	168	T-14;PL-63;	6	Obrigatória
Laboratório de Inovação e Desenvolvimento/Laboratório de Inovação e Desenvolvimento	FBas	Semestral	42	PL-21;	1.5	Obrigatória
Instrumentação Eletrónica/Electronic Instrumentation	FBas	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 3 – Escolher 6 ECTS
Gestão/Management	EGO	Semestral	126	T-28;TP-21;	4.5	Obrigatória
Física Estatística/Statistical Physics	FBas	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Obrigatória

(7 Items)

Mapa II - Tronco Comum - 5º ano / 2 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
5º ano / 2 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
5 year / 2 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação de Mestrado em Engenharia Física Tecnológica/Master'S Dissertation in Physics Engineering	Diss	Semestral	840	n.a.	30	Obrigatória-Precedência Projeto MEFT
(1 Item)						

Mapa II - Física - 4º ano / 2 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º ano / 2 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

4 year / 2 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Astrofísica/Astrophysics	AstGav	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Física do Globo/Earth Physics	FInter	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Biofísica/Biophysics	FBas	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Laboratório de Raios Cósmicos/Cosmic Ray Laboratory	FPaFN	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Física Nuclear/Nuclear Physics	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Obrigatória
Teorias de Unificação/Unification Theories	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Teoria de Campo/Quantum Field Theory	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Opção de Física 1/Physics Optional 1	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Opção de Física 2/Physics Optional 2	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Opção de Física 3/Physics Optional 3	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Descargas em Gases/Gas Discharges	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Física dos Cristais Líquidos/Physics of Liquid Crystals	FMCNano	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Física e Engenharia Nuclear/Nuclear Physics & Engineering	FBas	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Física e Tecnologia das Radiações/Radiation Physics and Technology	FBas	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Física e Tecnologia dos Semicondutores/Physics and Technology of Semiconductors	FMCNano	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Mecânica Estatística e Transições de Fase/Statistical Mechanics and Phase Transitions	FMCNano	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Reações Nucleares/Nuclear Reactions	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Técnicas de Instrumentação Nuclear/Nuclear Instrumentation Techniques	FBas	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Técnicas de Micro e Nanofabricação/Micro and Nanofabrication Techniques	FMCNano	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Tópicos em Relatividade Geral e Cosmologia/Topics in General Relativity and Cosmology	AstGrav	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
(20 Items)						

Mapa II - Tronco Comum - 4º ano / 1 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º ano / 1 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
4 year / 1 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física de Partículas/Particle Physics	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Obrigatória
Física e Tecnologia dos Plasmas/Plasma Physics and Technology	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Obrigatória
(2 Items)						

Mapa II - Tronco Comum - 2º ano / 1 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano / 1 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2 year / 1 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física Computacional/Computational Physics	FBas	Semestral	168	T-28;TP-14;PL-28;	6	Opção 1 - Escolher 6 ECTS
Análise Complexa e Equações Diferenciais/Complex Analysis and Differential Equations	MatGer	Semestral	210	T-56;TP-21;	7.5	Obrigatória
Matemática Computacional/Computational Mathematics	ANAA	Semestral	126	T-42;	4.5	Obrigatória
Laboratório de Oscilações e Ondas/Oscilations and Waves Laboratory	FBas	Semestral	168	T-14;PL-63;	6	Obrigatória
Termodinâmica e Estrutura da Matéria/Thermodynamics and Structure of Matter	FBas	Semestral	168	T-42;TP-14;PL-7;	6	Obrigatória
Microcontroladores/Microcontroladores	FBas	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opção 1 - Escolher 6 ECTS

(6 Items)

Mapa II - Engenharia - 4º ano / 2 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º ano / 2 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
4 year / 2 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física e Tecnologia das Radiações/Radiation Physics and Technology	FBas	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Eletrónica de Spin/Introduction to Spintronics	FMCNano	Semestral	210	TP-42;PL-28;	7.5	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Descargas em Gases/Gas Discharges	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Física e Engenharia Nuclear/Nuclear Physics and Engineering	FBas	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 –Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS

Fusão Nuclear/Nuclear Fusion	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher 12 ECTS
Física e Tecnologia dos Semicondutores/Physics and Technology of Semiconductors	FMCNano	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Tecnologias Energéticas/Energy Technologies	FInter	Semestral	168	T-56;	6	Obrigatória
Técnicas de Instrumentação Nuclear/Nuclear Instrumentation Techniques	FBas	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Técnicas de Micro e Nanofabricação/Micro and Nanofabrication Techniques	FMCNano	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Projeto e Controlo em Lógica Digital/Digital Logic Design and Control	FBas	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Opção de Engenharia 1/Engineering Option 1	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos12 ECTS
Opção de Engenharia 2/Engineering Option 2	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Opção de Engenharia 3/Engineering Option 3	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Astrofísica/Astrophysics	AstGrav	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Biofísica/Biophysics	FBas	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Física do Globo/Earth Physics	FInter	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Física dos Cristais Líquidos/Physics of Liquid Crystals	FMCNano	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Física Nuclear/Nuclear Physics	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Laboratório de Raios Cósmicos/Cosmic Ray Laboratory	FPaFN	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Mecânica Estatística e Transições de Fase/Statistical Mechanics and Phase Transitions	FMCNano	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Reações Nucleares/Nuclear Reactions	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Teoria de Campo/Quantum Field Theory	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS
Teorias de Unificação/Unification Theories	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos12 ECTS

(23 Items)

Mapa II - Tronco Comum - 1º ano / 1 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano / 1 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1 year / 1 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Linear/Linear Algebra	MatGer	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Obrigatória
Cálculo Diferencial e Integral I/Differential and Integral Calculus I	MatGer	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Obrigatória
Laboratório de Física Experimental Básica/Basic Experimental Physics	FBas	Semestral	168	T-14;PL-63;	6	Obrigatória
Programação/Programming	Comp	Semestral	168	T-42;TP-10,5;PL-10,5;	6	Obrigatória
Mecânica e Ondas/Mechanics and Waves	FBas	Semestral	168	T-42;TP-14;PL-7;	6	Obrigatória
(5 Items)						

Mapa II - Física - 4º e 5º ano / 1 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º e 5º ano / 1 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
4 and 5 year / 1 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Métodos Experimentais em Física de Partículas/Experimental Methods in Particle Physics	FPaFN	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS

Estrutura Eletrónica dos Sólidos/Electronic Structure of Solids	FMCNano	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS
Tópicos de Matéria Condensada/Topics of Condensed Matter	FMCNano	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS
Laboratório de Física da Matéria Condensada/Condensed Matter Physics Laboratory	FMCNano	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS
Laboratório de Astrofísica/Astrophysics Laboratory	AstGrav	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS
Tópicos Física de Partículas, Astrofísica e Cosmologia/Topics in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS
Sistemas Dinâmicos/Dynamical Systems	FInter	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS
Teoria de Grupos em Física/Group Theory in Physics	FBas	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS
Opção de Física 1/Physics Optional 1	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 7 – Escolher pelo menos 12 ECTS
Opção de Física 2/Physics Optional 2	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS
Opção de Física 3/Physics Optional 3	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS
Ondas e Instabilidades em Plasmas/Waves and Instabilities in Plasmas	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 8 – Escolher pelo menos12 ECTS

(12 Items)

Mapa II - Engenharia - 4º e 5º ano / 1 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º e 5º ano / 1 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
4 and 5 year / 1 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Controlo em Tempo Real/Real-Time Control	FBas	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Ondas e Instabilidades em Plasmas/Waves and Instabilities in Plasmas	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Processamento Digital de Sinais/Digital Signal Processing	SDC	Semestral	168	T-42;PL-21;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Teoria Cinética dos Plasmas/Plasma Kinetic Theory	FPLFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Opção de Engenharia 1/Engineering Option 1	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Opção de Engenharia 2/Engineering Option 2	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Opção de Engenharia 3/Engineering Option 3	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 6 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Complementos de Eletrónica/Complements of Electronics	FBas	Semestral	168	T-42;PL-21	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Estrutura Eletrónica dos Sólidos/Electronic Structure of Solids	FMCNano	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Laboratório de Astrofísica/Astrophysics Laboratory	AstGrav	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Laboratório de Física da Matéria Condensada/Condensed Matter Physics Laboratory	FMCNano	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Métodos Experimentais em Física de Partículas/Experimental Methods in Particle Physics	FPaFN	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Sistemas Dinâmicos/Dynamical Systems	FInter	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Técnicas de Diagnóstico e Medida/Diagnostic and Measurement Techniques	FBas	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Tecnologias a Plasma para Processamento de Materiais/Plasma Techology for Materials Processing	FPLFN	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Teoria de Grupos em Física/Group Theory in Physics	FBas	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Tópicos de Matéria Condensada/Topics in Condensed Matter Physics	FMCNano	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Tópicos Física de Partículas, Astrofísica e Cosmologia/ Topics in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology	FPaFN	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Energia Solar Térmica/Solar Thermal Energy	FInter	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS
Energia Solar Fotovoltaica /Photovoltaic Solar Energy	FInter	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS

Serviços de Energia/Energy Services	FInter	Semestral	168	T-56;	6	Opcional 5 – Escolher pelo menos 18 ECTS

(21 Items)

Mapa II - Tronco Comum - 3º ano / 1 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º ano / 1 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
3 year / 1 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física dos Meios Contínuos/Physics of Continuous Media	FBas	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Opcional 2 – Escolher 6 ECTS
Eletrodinâmica Clássica/Classical Electrodynamics	FBas	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Obrigatória
Mecânica Quântica I/Quantum Mechanics I	FBas	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Obrigatória
Laboratório de Física Atómica, Ótica e Física das Radiações/Atomic Physics, Optics and Radiation Laboratory	FBas	Semestral	168	T-14;PL-63;	6	Obrigatória
Técnicas Matemáticas da Física/Mathematical Techniques in Physics	FBas	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Obrigatória
Eletrónica Geral/Electronics	Electr	Semestral	168	T-42;TP-9;PL12	6	Opcional 2 – Escolher 6 ECTS

(6 Items)

Mapa II - Tronco Comum - 1º ano / 2 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano / 2 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1 year / 2 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cálculo Diferencial e Integral II/Differential and Integral Calculus II	MatGer	Semestral	210	T-56;TP-21;	7.5	Obrigatória
Laboratório de Oficinas/Technological Laboratory	FBas	Semestral	126	T-14;PL-42;	4.5	Obrigatória
Sistemas Digitais/Digital Systems	Comp	Semestral	168	T-42;TP-10,5;PL-10,5;	6	Obrigatória
Química/Chemistry	QFMN	Semestral	168	T-42;TP-7;PL-14;	6	Obrigatória
Mecânica Geral/General Mechanics	FBas	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Obrigatória
(5 Items)						

Mapa II - Engenharia - 4º ano / 1 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º ano / 1 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
4 year / 1 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Nanotecnologias e Nanoelectrónica/Nanotechnologies and Nanoelectronics	FMCNano	Semestral	168	T-56;	6	Obrigatória
Sistemas de Aquisição de Dados/Data Acquisition Systems	FBas	Semestral	168	T-28;PL-42;	6	Obrigatória
(2 Items)						

Mapa II - Tronco Comum - 5º ano / 1 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:
Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
5º ano / 1 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
5 year / 1 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Introdução à Investigação/Introduction to Research	FBas	Anual	168	T-56;	6	Obrigatória
Opção Livre/Free Option	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opcional 4 - Escolher pelo menos 6 ECTS
Projeto-MEFT/Project-Meft	Diss	Anual	168	T-14;TC-42;	6	Obrigatória
(3 Items)						

Mapa II - Tronco Comum - 2º ano / 2 semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

A14.1. Study programme:

Physics Engineering

A14.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano / 2 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2 year / 2 semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Laboratório de Complementos de Eletromagnetismo e Termodinâmica/Electromagnetism and Thermodynamics Laboratory	FBas	Semestral	168	T-14;PL-63;	6	Obrigatória
Eletromagnetismo e Ótica/Electromagnetism and Optics	FBas	Semestral	168	T-42;TP-14;PL-7;	6	Obrigatória
Probabilidades e Estatística/Probability and Statistics	PE	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Obrigatória
Teoria dos Circuitos e Fundamentos de Eletrónica/Circuits Theory and Electronic Fundamentals	Electr	Semestral	168	T-42;TP-13,5;PL-7,5;	6	Obrigatória
Mecânica Analítica/Analytical Mechanics	FBas	Semestral	168	T-42;TP-21;	6	Obrigatória
(5 Items)						

Perguntas A15 a A16

A15. Regime de funcionamento:
Diurno

A15.1. Se outro, especifique:
<sem resposta>

A15.1. If other, specify:
<no answer>

A16. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos (a(s) respetiva(s) Ficha(s) Curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa VIII)
Maria Teresa Haderer de la Pena Stadler e Vasco Antonio Dinis Leitao Guerra

A17. Estágios e Períodos de Formação em Serviço

A17.1. Indicação dos locais de estágio e/ou formação em serviço

Mapa III - Protocolos de Cooperação

Mapa III

A17.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:
<sem resposta>

A17.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):
<sem resposta>

Mapa IV. Mapas de distribuição de estudantes

A17.2. Mapa IV. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio.(PDF, máx. 100kB)
Documento com o planeamento da distribuição dos estudantes pelos locais de formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.
<sem resposta>

A17.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes no período de estágio e/ou formação em serviço.

A17.3. Indicação dos recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e períodos de formação em serviço.
<sem resposta>

A17.3. Indication of the institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods.
<no answer>

A17.4. Orientadores cooperantes

A17.4.1. Normas para a avaliação e seleção dos elementos das Instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB).

A17.4.1. Normas para a avaliação e seleção dos elementos das Instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB)
Documento com os mecanismos de avaliação e seleção dos monitores de estágio e formação em serviço, negociados entre a Instituição de ensino e as Instituições de formação em serviço.
<sem resposta>

Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclos de estudos de formação de professores).

Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclo de estudos de formação de professores) / Map V. External supervisors responsible for following the students' activities (only for teacher training study programmes)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional Qualifications (1)	Nº de anos de serviço / No of working years

<sem resposta>

Pergunta A18 e A20

A18. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Instituto Superior Técnico
Campus Alameda
Av. Rovisco Pais, nº 1
1049-001 Lisboa

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

A19.__Regulamento de creditaçao da UL.pdf

A20. Observações:

1) Secção 1

- Ponto A13.-Estrutura curricular; o número mínimo de créditos optativos no Mapa I - Tronco Comum, tabela A13.4, necessários para obtenção do grau é de 24 ECTS, do total disponibilizado pelas várias Áreas Científicas.

- No mesmo ponto A13., no Mapa I - Engenharia, tabela A13.4, o número mínimo de créditos optativos necessários para obtenção do grau é de 30 ECTS, distribuídos por várias Áreas Científicas.

- Ainda no ponto A13., no Mapa I - Física, tabela A13.4, o número mínimo de créditos optativos necessários para obtenção do grau é de 24 ECTS, distribuídos por várias Áreas Científicas.

- Ponto A14-Plano de estudos; a UC Processamento Digital de Sinais, da área de especialização em Engenharia (mencionada no Mapa II - Engenharia - 4º e 5º ano / 1 semestre, tabela A14.5. Plano de estudos) não funciona desde o ano letivo de 2009/2010, pelo que não se incluiu a respetiva ficha no ponto 6.2. Organização das Unidades Curriculares, ponto 6.2.1. Ficha das unidades curriculares."

2) Secção 4

- Ponto 7.1.1.-Eficiência Formativa; os dados disponíveis presentemente dizem respeito aos anos letivos 2011/12, 2012/13 e 2013/14.

- Ponto 7.1.4.-Empregabilidade; os dados apresentados têm origem no VIII Relatório sobre a situação profissional dos diplomados do IST - 2015. N=35%; percentagem de respostas: 51,4%.
Como complemento da informação deste ponto (7.1.4), juntamos uma listagem de empresas e serviços públicos, nacionais e internacionais, como exemplo de instituições que contrataram ou foram fundadas por graduados do MEFT, indicando-se em parênteses as funções desempenhadas:
Boston Consulting Group
Capgemini Consulting
EDP, CEO EDP Energy, Brasil
Google Dublin, IRL (Product Quality Strategist)
ING Bank (Head of Interest Rate and Inflation Trading)
Microsoft Brasil (CEO)
Ministery of Education and Science (Subdiretor-Geral da Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência)
Renova (Head of Brand & Business Development)
Polícia Judiciária (Balistic studies)
Lisbon School of Business and Economics (Dean)
Biosurfit (founder)
PLURIS VALUE (founder)

- Na tabela 7.3.4, na questão "Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out)", não foram consideradas as participações em conferências, reuniões e workshops.

3) Secção 6

- Ponto 10.1.2.4 -Nova estrutura curricular pretendida; o número mínimo de créditos optativos no Mapa Tronco Comum, tabela 10.1.2.4 , necessários para obtenção do grau é de 36 ECTS (Opções A), do total disponibilizado pelas várias Áreas Científicas.

- Ainda no ponto 10.1.2.4, nos mapas das Especializações em Engenharia (Opções B) e em Física (Opções C), tabelas 10.1.2.4, o número mínimo de créditos optativos necessários para obtenção do grau é de 54 ECTS, distribuídos por várias Áreas Científicas. Algumas destas Áreas disponibilizam um número de ECTS superior a este valor mínimo, como é possível ver nos quadros 10.2.5-Novo plano de estudos.

A20. Observations:

1) Section 1

- Number A13.-Curricular Structure; in Map I – Core Training, table A13.4, the minimum number of optional credits required for obtaining the degree is 24 ECTS, of the total made available by the Scientific Areas.

- In the same number A13, in the Map I - Engineering, table A13.4, the minimum number of optional credits required for obtaining the degree is 30 ECTS, of the total made available by the Scientific Areas.

- Still in the number A13, in Map I - Physics, table A13.4, the minimum number of optional credits required for obtaining the degree is 24 ECTS, of the total made available by the Scientific Areas.

- Number A14; the CU Digital Signal Processing, of the specialization area of Engineering (mentioned in Map II - Engineering – 4th and 5th year / 1st semester, Table A14.5 of the Study plan) does not work since the academic year 2009/2010. Therefore, the respective record was not included in number 6.2. "Organization of the courses", point 6.2.1.

2) Section 4

- Number 7.1.1.-Graduation Efficiency; the data available at present are related to the academic years 2011/12, 2012/13 and 2013/14.

- Number 7.1.4.-Employability; the data presented come from the Eighth Report on the employment situation of graduates IST - 2015. N = 35%; response rate: 51.4%.
To complement the information in this point (7.1.4), we present a list of companies and public services, both national and international, as examples of institutions that have hired or were founded by graduates of MEFT, with the indication in parenthesis of the corresponding positions or responsabilities:
Boston Consulting Group
Capgemini Consulting
EDP, CEO EDP Energy, Brasil
Google Dublin, IRL (Product Quality Strategist)
ING Bank (Head of Interest Rate and Inflation Trading)
Microsoft Brasil (CEO)
Ministery of Education and Science (Subdiretor-Geral da Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência)
Renova (Head of Brand & Business Development)
Polícia Judiciária (Balistic studies)
Lisbon School of Business and Economics (Dean)
Biosurfit (founder)
PLURIS VALUE (founder)

- In table 7.3.4, in topic "Percentage of teaching staff in mobility (out)", the participation in conferences, meetings and workshops were not considered.

3) Section 6

- Number 10.1.2.4-New intended curriculum; the minimum number of optional credits in the Map Core Training, table 10.1.2.4, required for obtaining the degree is 36 ECTS (Options A), of the total made available by the various Scientific Areas.

- Still in number 10.1.2.4, in the maps of the specific formations in Engineering (Options B) and in Physics (Options C), tables 10.1.2.4, the minimum number of optional credits required for obtaining the degree is 54 ECTS, spread over several Scientific Areas. Some of these Areas offer a number of ECTS above this minimum value, as can be seen in Tables 10.2.5-New study plan.

1. Objetivos gerais do ciclo de estudos

1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos.

O Mestrado Integrado em Engenharia Física Tecnológica (MEFT) tem por missão responder a desafios, na fronteira do conhecimento que determinam no século XXI investimentos em I&DI cruciais à Sociedade, em domínios onde a Física e a Engenharia se articulam e potenciam.
O MEFT visa:
- Gerar capital humano com perfil e capacidade de inovar soluções, e intervir em problemas de várias áreas nomeadamente, energia, ambiente, saúde e biomedicina, organização, armazenamento e visualização de informação, comunicações, computação e simulação.
- Renovar gerações de investigadores e quadros universitários em áreas de investimento científico e interesse internacional, como Física de Partículas e Nuclear, Física da Matéria em condições extremas, Materiais Avançados,

Ciências do Espaço e Astrofísica.
- Fomentar líderes empreendedores e novas empresas, com grande adaptabilidade à aceleração do desenvolvimento tecnológico e científico, e de consultores/auditores de projetos ou situações de risco.

1.1. Study programme's generic objectives.
The mission of the Master's in Eng. Physics is to address challenges in the knowledge frontier that determine investments crucial to the society in Innovation, Development and Research in domains where Physics and Engineering are linked.
MEFT objectives are:
-To create human capital with capacity to innovate and intervene in problems in many areas, namely, energy, environment, health systems and biomedicine, organization and vizualition of information, communications, computation and simulation.
-To renew generations of scientists and university faculty staff in areas of international scientific interest and investment, as Particle and Nuclear Physics, Physics of Matter under extreme conditions, Advanced Materials, Space Science and Astrophysics.
-To train generations of entrepreneurs for leadership and the initiative of new companies, which adapt well to the acceleration of the scientific and technological development, and of consultants/ auditors of projects or risk situations.

1.2. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa face à missão da Instituição.
O MEFT enquadra-se estrategicamente na missão do IST, definida no nº 1 do Artigo 3º dos Estatutos do IST, publicados em Despacho nº 9523/2012 do DR de 13/07/2012:
"É missão do IST, como instituição que se quer prospectiva no ensino universitário, assegurar a inovação constante e o progresso consistente da sociedade do conhecimento, da cultura, da ciência e da tecnologia, num quadro de valores humanistas". Ainda nos termos do nº 2 do mesmo artigo, o IST privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, o desenvolvimento tecnológico; promove a difusão da cultura e a valorização social e económica do conhecimento científico e tecnológico; procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo; efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente.O IST é membro do Cluster (www.cluster.org) que inclui as melhores escolas de engenharia da Europa.

Na tradição de qualidade, permanente actualização e internacionalização do IST, para responder a desafios das suas áreas disciplinares tradicionais, o IST lançou em 1984/85 a Licenciatura em Engenharia Física Tecnológica (LEFT). A LEFT teve o apoio do Conselho Científico da Escola, através de recursos materiais essenciais, e agregou recursos humanos. Em 2006 transformou-se, com o Processo de Bolonha, em Mestrado Integrado (MEFT). Durante 30 anos tem atraído sempre estudantes de grande qualidade.

O MEFT combina de forma única Física, Engenharia e Tecnologias Avançadas. Concretiza e actualiza a visão inicial dos fundadores José Mariano Gago, Jorge Dias de Deus e Carlos Matos Ferreira. Esta visão assenta no reconhecimento do progresso económico, humano e social se poder realizar através
i) da compreensão e manipulação da matéria, não só ao nível macroscópico, como nas revoluções científicas e industrial dos séculos XVII, XVIII e XIX, mas também à escala do núcleo atómico, dos electrões dos átomos e das moléculas, com a revolução da Mecânica Quântica do século XX,
ii) de recursos humanos treinados em espírito crítico, rigor da análise, criatividade e agilidade de pensamento.

Esta mesma visão é a da "Acreditation Board for Engineering and Technology" (ABET) dos Estados Unidos, na qual os programas devem "conduzir à liderança na pratica profissional que utiliza ciência e matemática, em conjunto com conceitos de engenharia (…) incluindo o reconhecimento, a prevenção, e a solução de problemas críticos para a sociedade". A visão do MEFT é ainda coerente com o documento da Conferência Ministerial de 2015 "Standards and guidelines for quality assurance in the European Higher Education Area (ESG)": "criar um conhecimento abrangente e avançado de base e estimular a investigação e a inovação".

1.2. Inclusion of the study programme in the institutional training offer strategy, considering the institution's mission.
MEFT strategicaly fits into the mission of IST, as laid down in No.1 of Article 3 of IST statutes, adopted by Order 9523/2012 published in the Official Journal of 13 July 2012, "As an institution that aspires to be prospective in Higher Education, the mission of IST shall be to ensure constant innovation and consistent progress of the knowledge-based society, culture, science and technology within a framework of humanistic values."As laid down in No. 2 of the same article, in fulfilling its mission, IST shall favour scientific research, instruction, with emphasis on post-graduate education and lifelong learning and technological development; promote the dissemination of culture and the social and economic valorisation of scientific and technological knowledge; seek to contribute to the competitiveness of the Portuguese economy through technological transfer, innovation and furtherance of entrepreneurship; enforce social responsibility when providing its scientific and technical services and supporting the integration of its graduates in the labour market and their constant training. IST is member of the Cluster that comprises the best engineering schools in Europe (www.cluster.org).

In the tradition of quality, constant update, and internationalization, to address challenges in its traditional engineering domains, IST launched in 1984/85 the 5 year Degree in Engineering Physics (LEFT). LEFT had the strong support of the school, through essential material resources and gathered human resources along the years. In 2006 it led, under the Bologna process, to a Masters Degree (MEFT). During 30 years it has attracted always students of high quality.

MEFT combines uniquely Physics, Engineering and Advanced Technologies. It materializes the initial vision of the founders José Mariano Gago, Jorge Dias de Deus and Carlos Matos Ferreira: material, economical, human and social progress can be achieved by
i) the understanding and manipulation of matter, not only at the macroscopic level, as in the scientific and industrial revolutions of the XVII, XVIII and XIX centuries, but also at the scale of the atomic nucleus, of the electrons of the atoms and molecules, with the Quantum Mechanics revolution of the XX century,
ii) training human resources in critical thinking, rigorous analysis and creativity.

This is still the vision advocated today by the "Acreditation Board for Engineering and Technology" (ABET) in the USA, for which "Programs accredited are those leading to professional practice utilizing science and mathematics along with engineering concepts as a foundation (…), including the recognition,prevention and solution of problems critical to society". The MEFT initial and current vision is also in line with the document from the Ministerial Conference in 2015, "2015 "Standards and guidelines for quality assurance in the European Higher Education Area (ESG): "to create a broad advanced knowledge base and stimulating research and innovation."

1.3. Meios de divulgação dos objetivos aos docentes e aos estudantes envolvidos no ciclo de estudos.
- Página web do MEFT: https://fenix.ist.utl.pt/cursos/meft
- Reuniões calendarizadas, no início de cada semestre, entre Coordenação, Delegados de Estudantes e Docentes, por cada ano curricular.
- Programa de Tutorado e contactos regulares com os tutores.
- Video de Promoção do Curso.
- Sessão anual de apresentação do curso, numa Recepção de Boas Vindas aos novos alunos do MEFT.
- Encontro anual de fim de ano letivo: "A desafiar os limites da Ciência e da Tecnologia"
- Monitor de vídeo, na receção do Departamento, para divulgação de informação sobre atividades diárias do Departamento de Física.
- Seminários e Colóquios regulares, que os estudantes da UC Iniciação à Investigação têm de frequentar.
- Listas de email de docentes e estudantes do MEFT.

Ver também ponto 7.3.3.

1.3. Means by which the students and teachers involved in the study programme are informed of its objectives.
- MEFT webpage: https://fenix.ist.utl.pt/cursos/meft
- Meetings at the beginning of each semester between the Coordination, Student representatives, and teachers.
- Tutor Program and regular contacts between tutors and students.
- Video presentation of the Cycle of Studies.
- Annual session of welcome and presentation of the Cycle of Studies to the first-year students.
- Annual Meeting at the end of the school year: "Challenging the limits of Science and Technology."
- Video monitor at the reception that publicizes the daily activities at the Department of Physics.
- Regular Seminars and Colloquia that the students have to attend to fulfill one of the requirements of approval in the UC Projeto MEFT.
- Mailing list of MEFT teachers and students.

See also section 7.3.3.

2. Organização Interna e Mecanismos de Garantia da Qualidade

2.1 Organização Interna

2.1.1. Descrição da estrutura organizacional responsável pelo ciclo de estudos, incluindo a sua aprovação, a revisão e atualização dos conteúdos programáticos e a distribuição do serviço docente.
A coordenação dos ciclos de estudo (CE) no IST encontra-se cometida a estruturas próprias, relacionadas com as unidades e estruturas de ensino e de I&D, compreendendo Coordenadores de Curso. Junto do Coordenador de curso funciona uma Comissão Científica, visando assessorá-lo no acompanhamento científico e pedagógico do curso. A criação, extinção ou alteração de CE tem procedimentos aprovados pelo IST, disponíveis na página WEB do Conselho de Gestão. Os Departamentos ou Estruturas elaboram propostas e remetem-nas ao Presidente. Os processos passam pelos vários órgãos da escola (Conselho Científico, Conselho Pedagógico, Conselho de Gestão) ,terminando com a aprovação, ou não, do Reitor.

A distribuição do serviço docente é proposta pelos Departamentos, aprovada pelo Conselho Científico e homologada pelo Presidente do IST. As normas e mecanismos estão definidos no Regulamento de Prestação de Serviço dos Docentes do IST.

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

The coordination of the IST's programs is carried out by specific structures, along with the teaching and RD&I units, comprising Program Coordinators. The former closely cooperates with a Scientific Committee, with the purpose of assisting him/her under the scope of the scientific and pedagogical objectives of the program.The creation, closure or change of SC is subject to the procedures adopted by the IST and area available on the webpage of the Management Board. The Departments or Structures elaborate proposals and deliver them to the President and the different IST's bodies analyse them, which are finally adopted or rejected by the Rector. The teaching staff service distribution is proposed by the Departments, adopted by the SC and approved by the President of IST. The provisions and mechanisms are defined in the IST's Teaching Staff Service Regulations.

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

A participação ativa destes elementos na gestão da qualidade do CE está assegurada de várias formas,sendo exemplo disso a Comissão Científica de curso que para além do coordenador, inclui na sua constituição uma representação de vários docentes e investigadores doutorados das diferentes áreas científicas. Outras formas de participação dos estudantes e docentes, são:

1) os inquéritos tais como o QUC (avaliação das UC), que conduz à auscultação de alunos e docentes e a um relatório de Autoavaliação R3A,

2) o inquérito de avaliação da empregabilidade dos diplomados,

3) as reuniões semestrais entre a Coordenação da CE, Estudantes e Docentes de cada unidade curricular, para preparar um semestre e avaliar o anterior, seguindo o Regulamento de Avaliação de Conhecimentos e Competências, onde se prevê a clarificação e planeamento de todos os aspetos relacionados com a atividade letiva, e que conta com uma participação da Conselho Pedagógico no processo de preparação de cada semestre.

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

The active participation of these elements in the quality management process of the CE can be ensured in different ways, for example, through the Pedagogical Committee which, in addition to the program coordinator, includes teachers and researchers of the different scientific areas. Other forms for students and staff involvement are:

1) the QUC survey, whose regulations provides for the consultation of teachers and students' representatives, whose results are included in a Self Assessment report R3A

2) the final year students path survey

3) meetings with the Coordinators of the CE, the teachers and the students representatives, for the clarification of all aspects related to the academic activity of every semester and evaluation of the previous one, with guidelines from the Knowledge and Skills Assessment Regulations, which and counts with an active participation of the Pedagogical Council.

2.2. Garantia da Qualidade

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

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

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

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

studies. Fully operational for 1st and 2nd cycles, these last tools should be extended to the 3rd cycle briefly.

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

A coordenação e gestão do SIQuIST cabe ao Conselho para a Gestão da Qualidade do IST (CGQ), o qual é dirigido pelo Presidente do IST, ou pelo membro do CG em quem este delegar essas competências.
Compete ao CGQ, no quadro do sistema nacional de acreditação e avaliação, nos termos da lei e no respeito pelas orientações emanadas pelos órgãos do IST, propor e promover os procedimentos relativos à avaliação da qualidade a prosseguir pelo IST no âmbito das atividades de ensino, I&DI, transferência de tecnologia e gestão, bem como analisar o funcionamento do SIQuIST, elaborar relatórios de apreciação e pronunciar-se sobre propostas de medidas de correção que considere adequadas ao bom desempenho e imagem da instituição.
Para além do Presidente do IST integram o CGQ: um docente do Conselho Científico, um docente e um aluno do Conselho Pedagógico, os Coordenadores da Áreas de Estudos e Planeamento e de Qualidade e Auditoria Interna, e o Presidente da Associação de Estudantes do IST.

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

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

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

A principal fonte de informação para todos os processos de acompanhamento e avaliação periódica dos CE é o sistema de informação e gestão Fénix, complementado com informação recolhida através de inquéritos à comunidade académica, e outras fontes externas à instituição quando necessário.
O acompanhamento e avaliação periódica dos cursos são feitos através dos mecanismos referidos em 2.2.1, destacando-se os R3A que se traduzem num pequeno documento de publicação anual onde se sintetizam indicadores considerados representativos de três momentos distintos – Ingresso, Processo Educativo e Graduação – que permitem uma visão global e objetiva do curso num determinado ano.
A funcionar em pleno no 1º e 2º ciclos, está em curso a extensão deste documento ao 3º ciclo, permitindo uma visão global e a identificação dos aspetos críticos e constrangimentos de cada curso num determinado ano, estando na base de um relatório síntese anual das atividades das coordenações de curso.

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

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

2.2.4. Link facultativo para o Manual da Qualidade

https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779578430992/Manual%20da%20Qualidade%20IST%20V00-29-05-2012-1.pdf

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

O MEFT tem a sua origem na Licenciatura pré-Bolonha, LEFT. Esta foi avaliada pela Fundação das Universidades Portuguesas em 1997 e pela Ordem dos Engenheiros (OE) - a 1ª vez em 1996, que resultou em acreditação por 3 anos, e a última vez em 2008, com o resultado "Avaliação de Qualidade favorável ao curso, estando os alunos dispensados de provas de admissão à OE, desde o ano de 2006 até 31/12/2010". Em 2008, o relatório da OE reconhece que se tinham aplicado as medidas correctivas propostas no relatório de 1996: alargamento e criação de laboratórios (Instrumentação Electrónica, Laboratório de Astrofísica, Óptica Aplicada, Sistemas de Aquisição de Dados) e agrupamento das UC's em Perfis. Isto permitiu uma definição clara do plano de estudos, passando-se a exigir uma formação comum obrigatória. Reforçou-se, seguindo o espírito do processo de Bolonha, a aquisição de competências transversais e de Gestão de Ciência e Tecnologia, e o trabalho interdisciplinar (por exemplo, na UC LID).

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

MEFT has its origin in the pre-Bologna program, LEFT, which underwent several evaluations by the Foundation for

Portuguese Universities (FUP) and the Order of Engineers (OE) – the first in 1996, resulted into accreditation for 3 years, and the last, in 2008, concluded for "Quality evaluation favorable to the Program, such that the students are waived of the admission exam to the Order, since 2006 until 31/12/2010", with the OE report acknowledging that the corrections recommended in the 1996 report had been implemented: creation of laboratories (Electronic Instrumentation, Laboratory of Astrophysics, Applied Optics, Systems of Data Acquisition) and organization of the UC's into two Profiles. This, together with a compulsory training in both Proflles, enabled a clearer definition of the study plans. With the Bologna process, the acquisition of soft skills, including Management of Science and Technology, were reinforced, as well as interdisciplinary work, for instance in the UC LID.

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

O Mestrado Integrado em Engenharia Física Tecnológica, no seu formato pós-Bolonha, foi acreditado preliminarmente pela A3ES em 2010, sem qualquer tipo de condição e/ou recomendação.

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

The Master in Physics Engineering, in its post-Bologna format, was preliminarily certified by A3ES in 2010, without any kind of condition and/or recommendation.

3. Recursos Materiais e Parcerias

3.1 Recursos materiais

3.1.1 Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.).

Mapa VI. Instalações físicas / Mapa VI. Facilities

Tipo de Espaço / Type of space	Área / Area (m2)
36 Salas de aula/36 Classrooms	2070.7
14 Laboratórios de ensino/investigação/14 Teaching/Research laboratories	732.2
1 Sala de apoio a laboratórios/1 Laboratory support room	8.7
1 Biblioteca/1 Library	929.2
2 Salas de informática/2 Computer rooms	71.6
9 Salas de estudo/9 Study rooms	593.5
22 Anfiteatros de ensino/22 Lecture halls	2098.6
19 Laboratórios de ensino/19 Teaching laboratories	778.2

3.1.2 Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TICs).

Mapa VII. Equipamentos e materiais / Map VII. Equipments and materials

Equipamentos e materiais / Equipment and materials	Número / Number
Equipamento de laboratório de Química • Elétrodo de pH (Metrohm Primatrode) • Espectrofotómetro UV-VIS • Medidor de pH / Equipment of the Chemistry laboratory • pH electrode (Metrohm Primatrode) • Spectrophotometer UV-VIS • pH diagnostics	1
Lab de Oscilações e Ondas. Kits: -experiência de Cavendish -galvanómetro (oscilações) -sistema massa-mola -circuitos RLC -acústica: análise de Fourier e física da música -ótica ondulatória -interferência e difração de eletrões e micro-ondas -fotos de colisões de partículas em câmara bolhas	1
Lab de Mecânica e Ondas. -Geradores de funções: Frederiksen 2501.50, TTI TG 330 e GW Instek GFG-8020H -Kits Sonómetro Pasco WA9611 -Multímetros digitais Uni DM-501 -Kits rodas de Maxwell -Osciloscópios digitais -Computadores -Webcam Philips -Fontes de alimentação -Kits Massa-Mola JEULIN	1
Lab Electromagnetismo e Óptica. -Osciloscópios Hitachi V-552A -Geradores de Funções -Fontes de Alimentação -Multímetros BK Precision -Lasers He-Ne JDS Uniphase -Kits de Óptica Ondulatória -Bobines de indução Faraday -Equipamento diverso: resistências, condensadores, bobinas, breadbords.	1
Lab Termodinâmica e Estrutura da Matéria. -Fontes de Alimentação DC -Medidores de temperatura -Kits de Motores de Stirling -Multímetros -Fotocélulas e Amplificadores -Fontes para Lâmpada Espectral -Bancadas Óticas -Filtros no visível, Balanças, Calorímetros, Geradores de Vapor, Termopares	1

Lab Electromagnetismo e Termodinâmica. Osciloscópios digitais e diverso equipamento de medida, laser He-Ne, Sistemas de aquisição de dados, Computadores. Kits: -compressão e expansão de gases -motores de Stirling -condução de calor -equilíbrio líquido-vapor	1
Lab de demonstrações (uso geral). -Câmara vídeo direcional e base -Projetor de Vídeo -Bombas de Vácuo -Osciloscópio -Gerador de Funções -Multímetros digitais e analógicos -Fontes de Alta tensão -Fontes de tensão regulável AC/DC e de tensão fixa AC/DC -Computador	1
Lab demo de Mecânica. Kits: -Lei de Hooke -Equilíbrio e momentos de forças -Roldanas -Energia cinética e potencial -Centro massa, gravidade e equilíbrio -Projéteis -Momento linear e colisões -Pêndulos gravítico e acoplados -Massa-mola -Momento de inércia -Momento angular	1
Lab demo de Electromagnetismo. Kits: -Eletrostática: linhas de campo e teorema de Gauss -Magnetostática: linhas de campo (2D e 3D) e lei de Biot-Savart -Domínios de Weiss, ferromagnetismo e temperatura de Curie -Motor DC -Indução electromagnética, correntes de Foucault e Lei de Lenz	1
Lab demo de Fenómenos Ondulatórios e Óptica. Kits: -Propagação, refração e reflexão da luz: água/ar -Tina de ondas (Huygens, interferência, difração e Doppler) -Ondas longit. e transversais -Corda vibrante -Interfer./difração -Polarização ondas mec e e.m. (luz, rádio) -Interferómetro de Michelson	1
Lab demo de Termodinâmica, Hidrostática e Dinâmica de Fluidos. Maquetas de motores a 2 tempos e 4 tempos (ciclos de Otto e Diesel); Motores em transparência (motores a 2 e 4 tempos e motor Stirling); Hidrostática: princípio dos vasos comunicantes; Hidrodinâmica: equação de Bernoulli	1
Lab Multimédia do DF /Projeto MEFT. -Computadores -câmara vídeo Sony HDR PJ780VE e vídeo conferência Logitech com microfone e altifalante -software Pinnacle Studio Ultimate 17, Camstasia Studio e Wondeshare Vídeo Converter -Ipad Air Wifi 32GB -refletor Teleponto p/ Ipad -headfone Sennheiser c micro	1
Lab de Oficinas Mecânicas e CAD. -Torno, fresadora, engenho furar -Soldadura gás, p pontos e elétrodos; estações JBC -Serra metal e disco -Impressora 3D (ABS e PP) -Software CAD -Placas ARDUINO -Máq UV e máq de corrosão p/ PCB -Osciloscópios, geradores funções, multímetros, fontes tensão/corrente	1
Equipamento de laboratório de Programação e Física Computacional. Computadores iMac G4, Projector XGA, Quadro electrónico USB ligado ao computador do docente	1
Equipamento do laboratório de Electrónica Geral. Bancadas de trabalho tendo cada uma osciloscópios, multímetros, frequencímetro, fontes de alimentação, geradores de funções, analisador de espectros, computador com ligação internet e diversos tipos de software (PSPICE, MATLAB/SIMULINK, etc.)	1
Equipamento do laboratório de Sistemas Digitais. Bases de montagem de circuitos eletrónicos, caixas de acessórios para montagem de circuitos eletrónicos, circuitos integrados diversos, placas FPGA Basys da Xilinx, desktop PCs	1
Lab Complementos de Electrónica. Computadores, Fontes simples e duplas de baixa tensão variáveis, Multímetros, Geradores de funções, Osciloscópios digitais, medidor LCR, auto-transformadores reguláveis, bases com: transístores e resistências de potência, transformadores, condensadores e bobinas	1
Lab Física Experimental Básica. Osciloscópios digitais e analógicos, Multímetros, Fontes DC, Geradores de sinais. Kits: -Pêndulo Simples-Óptica-Exp Millikan-Constante de Planck-Exp Thomson -Velocidade da luz -Exp de Rutherford -Ondas mecânicas P&S -Espectroscopia no visível, Goniómetro Babinet	1
Técnicas de Diagnóstico e Medida em Física de Plasmas. Sistema interação feixe-plasma, sondas Langmuir, interferómetro e cavidade e.m. ressonante, fontes de alimentação, osciloscópios, analisador espectral, geradores de rádio-frequência, sistema de aquisição de dados, amplificador e detetor de RF	1
Lab Microprocessadores, Instrumentação Electrónica, Sistemas de Aquisição de Dados e Controlo em Tempo Real. PCs c porta RS232, osciloscópios 4 canais, programadores de microchip (PICs), Placas de desenvolvimento c/fonte de alimentação, máquina LPKF de CNC 2D, vários componentes electrónicos	1
Lab Física dos Cristais Líquidos. Microscópios óticos c polarizadores cruzados, equipamento de difracção de raios X (estudo da estrutura dos CLs), equipamento para estudo das propriedades electro-ópticas de células de CL. Espectrómetros RMN: supercondutor (7T), campo variável, campo cíclico rápido	1
Lab de Raios Cósmicos. Computadores, Crate e módulos de electrónica NIM (Fonte de Alta Tensão, Discriminadores, Fan-in/out, Trigger, Crate e módulos de aquisição de dados CAMAC (ADC, TDC), Detectores cintiladores e Cerenkov, Fotomultiplicadores, Placa de aquisição PCI-GPIB, Osciloscópio 100MHz	1
Lab Tecnologia a Plasma para o Proces. Materiais. Dektak profilometer, Rudolf ellipsometer, X-ray diffractometer, Vibrating Sample magnetometer, direct write laser lithography, magnetron sputtering syst, ion-beam deposition/milling syst, plasma enhanced chem vap deposition syst, reactive ion etching	1
Lab Projecto e Controlo em Lógica Digital. Estações trabalho c PC, Placas desenvolvimento Altera, DE2 e consola ensaio digital DE2 Cyclone II Edition (Altera), DSP Developmnet Kit - Cyclone II Ed, PCI Development Kit - Cyclone II Ed, NIOS II Development Kit, Cyclone II Ed, Gerador de Funções	1
Lab Física da Matéria Condensada. Balança de precisão. Difractómetro de raios X. Bancos ópticos para electro-óptica, lasers de He-Ne. Espectrómetros de RMN: 300 MHz, 4-100MHz e 10kHz-10MHz. Microscopia de Força Atómica e Microscopia de Força Magnética	1
Lab Física e Tecnologia dos Semicondutores. Sistema de deposição por PLD (Pulsed Laser Deposition); Laser Nd:YAG (linha IR, linha verde, 4ª harmónica); Monocromador VIS-IR; Espectrómetro UV-VIS; amplificador lock-in; Evaporador térmico; Criostato para azoto líquido.	1
Infraestruturas de computação do Centro Teórico de Física de Partículas (CFPT). "Mini-cluster" de 6 computadores com processadores Intel Quad Core e armazenamento em disco de alguns Terabytes. O software instalado permite a computação paralela usando Fortran ou C.	1
Equipamento do Centro de Recursos Naturais e Ambiente (CERENA). Equipamento de análise de dados sísmicos do IST Seismological Laboratory.	1

Laboratório de Astrofísica. Computadores e software de astrofísica para análise de dados de observações astronómicas, modelos do Sol e de estrelas, helioseismologia e astrosismologia, etc. Software DMP (desenvolvido pelo CENTRA) para calcular evolução de estrelas em nuvens de matéria escura.	1
Laboratório de Técnicas de Micro e Nanofabricação do INESC MN. Sala Limpa: micro e nanofabricação, sistemas de litografia laser LASARRAY, sistemas automáticos de deposição sputtering (NORDIKO), estação de deposição de filmes finos PECVD, etc. difractómetro de RX. Instrumentação de micromaquinas	1
Infraestruturas de computação do grupo de simulação de sólidos do INESC MN. Simulação de agregados, líquidos, semicondutores, física a alta pressão, micromagnetismo	1
Laboratório de Feixe de Iões, Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN). Aceleradores electroestáticos: Van der Graaff 2.5 MV , tandem 3.0 MV. Implantador de iões de 210 kV, microssonda iónica, sistema de espectrometria de massa. Linhas experimentais: RBS,PIGE, PIXE, EBS, ERDA, etc	1
Centro Multidisciplinar de Astrofísica (CENTRA). Servidor de cálculo "Cayenne", processador 2007 8 com 128 GB de ram. Aglomerado (cluster), com 5 servidores de 20 processadores 192 GB de ram cada, armazenamento icompartilhado de 32 TB. Biblioteca: colecção especializada e actual.	1
Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP). Equipamento para detecção de muões cósmicos; tratamento e aquisição de sinais rápidos NIM, VME, CAMAC; Laboratório de electrónica rápida para desenvolver detectores e instrumentação utilizando FPGAs, etc.	1
Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados (CeFEMA). Difractómetro de raios X. Bancos ópticos para electro-óptica. Espectrómetros de RMN. Microscópico de Força Atómica e Microscópico de Força Magnética	1
Laboratório de Semicondutores. UHV PLD system (custom-made); Laser Nd:YAG with IR line, green line, and 4th harmonic line; Monochromator VIS-IR; Spectrometer UV-VIS; Two-phase lock-in amplifier; Thermal evaporator (custom-made); Liquid-nitrogen cryostat; Pico-amperemeter	1
Lab Materiais Semicondutores e Conversão de Energia (LMSCE). Deposition: PECVD, PERTE, PVD. Processing: RIE. Other: Spinner; UV exposure; Muffle; U-pure H2O dispenser; U-sonic bath; Metalographic microscope. Characterization: Conductivity vs temp.; I-V and C-V curves, Profilometer, FTIR, UV-Vis-IR	1
Lab Ótica, Física Atómica, Física das Radiações e Física Exp Avançada. Desvio Döppler acústico e Anemometria Laser; Holografia; Detetor Geiger-Muller; Espetroscopia alfa, beta, gama e ótica; Exp Franck-Hertz; Difração RX; Difusão Compton; Vida média nuclear; Solitões em tina; Caos-sist não lineares	1
L2I-Lab de Lasers Intensos (IPFN). Membro do Roteiro Nacional de Infraestruturas de Investigação da FCT, está equipado com vários sistemas laser de alta intensidade, incluindo o mais potente de Portugal. Conta com um grande número de diagnósticos ópticos (do infravermelho aos raios-x) e de plasmas.	1
Computação do Grupo de Lasers e Plasmas (GoLP) (IPFN). Infraestrutura do EPP (Extreme Plasma Physics),ISTCluster, um cluster de média dimensão para explorar as infraestruturas de software e visualização desenvolvidas pelo IPFN em colaboração com a UCLA, com ênfase no OSIRIS (código particle-in-cell)	1
Tokamak ISTTOK (IPFN). De secção circular, é o único reator de fusão português. O principal objectivo, além da educação e formação em fusão nuclear, é o desenvolvimento de engenharia e tecnologia de vanguarda, tais como novas técnicas de diagnóstico e de controlo e aquisição de dados.	1
MotLab-Lab de Átomos Ultra-Frios e Plasmas Quânticos (IPFN). O MotLab está equipado com uma armadilha magneto-óptica de grandes dimensões, capaz de confinar átomos de rubídio e arrefecê-los até uma temperatura de 100 microK através de um sistema de três pares de feixes laser.	1
PEL - Laboratório de Engenharia de Plasmas (IPFN). Equipado com diversas fontes de plasma de microondas, diagnósticos para emissão visível e espectroscopia de absorção (atómica e molecular), espectroscopia UV e XUV, FTIR, diagnósticos laser, espectrometria de massa, e diagnósticos elétricos.	1
ESTHER-Tubo de Choque - Escoamentos de Altas Entalpias (IPFN). Para apoiar a exploração planetária europeia e missões de reentrada na Terra, reproduz as condições a que está sujeita uma nave durante a entrada numa atmosfera planetária. Laboratório de nível mundial, construção financiada pela ESA.	1

3.2 Parcerias

3.2.1 Parcerias internacionais estabelecidas no âmbito do ciclo de estudos.

Projeto MEFT e Dissertação beneficiam dos acordos de colaboração e parcerias entre as Unidades de Investigação e instituições internacionais, como CERN, Observatório Auger, ITER, ESA, RAL, JLAB.

Estão adicionalmente estabelecidos Contratos de Mobilidade ERASMUS com, entre outras instituições, a Freie Universität Berlin, Technische Universität München, Université Libre de Bruxelles, Aalto University School of Science, Université Paris VII, Université Rene Descartes Paris V, Technische Universiteit Eindhoven, Universiteit Twente, Universiteit Utrecht, Universiteit van Amsterdam, Politecnico di Milano- 2, Università degli Studi di Padova 'IL BO', Universitá di Udine, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne, Kungl Tekniska Hogskolan (KTH).
Os alunos têm usado a mobilidade ERASMUS durante um ou dois semestres do quarto ano letivo.

3.2.1 International partnerships within the study programme.

The unit courses MEFT project and dissertation benefit from protocol agreements and partnerships that exist between the IST Research Units and the international institutions, as CERN, Auger Observatory, ITER, ESA, RAL, JLAB.

In addition there are signed protocols between IST and institutions such as Freie Universität Berlin,Technische Universität München,Université Libre de Bruxelles, Aalto University School of Science, Université Paris VII, Université Rene Descartes Paris V, Technische Universiteit Eindhoven, Universiteit Twente, Universiteit Utrecht, Universiteit van Amsterdam, Politecnico di Milano- 2, Università degli Studi di Padova 'IL BO' Universitá di Udine, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne, Kungl Tekniska Hogskolan (KTH). The students have used these ERASMUS Mobilty agreement during one or the two semesters of the 4th year.

3.2.2 Parcerias nacionais com vista a promover a cooperação interinstitucional no ciclo de estudos, bem como práticas de relacionamento do ciclo de estudos com o tecido empresarial e o sector público.

A investigação da maioria dos docentes é feita em Laboratórios e Unidades de Investigação: CENTRA, CFTP, CEFEMA,IPFN,CTN,CERENA. Assim, existe uma cooperação interinstitucional com estas, para participação nos cursos avançados do 4º e 5º anos e garantir acesso a equipamento avançado. Adicionalmente, assinalam-se as parcerias com as seguintes instituições
- Fundação Champalimaud, através do seu programa de Investigação em Neurociências
- LIP -Laboratório de Instrumentação e Partículas
- INESC-MN, em áreas como Eletrónica Orgânica, Optoeletrónica e Filmes Finos
- Hospital de Santa Maria, através do Dep. de Oncologia e do serviço de Neurologia
- Serviço de Oftalmologia do Hospital da Luz
- INL, Laboratório Internacional de Braga, para a Nanotecnologia.
- Empresa Biosurfit, para testes de diagnóstico in vitro, criada por um ex-graduado do MEFT.
A participação de empresas dos setores privado e público é feita através das UCs Projecto MEFT e Dissertação, e dos Colóquios.

3.2.2 National partnerships in order to promote interinstitutional cooperation within the study programme, as well as the relation with private and public sector

The scientific activity of the majority of teachers is developed within established Laboratories and Research Units (CENTRA, CFTP, CEFEMA,IFN,CTN,CERENA). Thus, there is an institutional cooperation with those Units, for participation in the course units of the 4th and 5th years, and to guarantee access to equipment. In addition, there is inter-institutional cooperation with other institutions:
- Fundação Champalimaud, through its program in Neurosciences
- LIP- Lab de Instrumentação e Partículas
- INESC-MN, in domains as Organic Electronics, Optoelectronics and Thin Films
- Hospital de Santa Maria, Departments of Oncology and Neurology
- Hospital da Luz, Unit of ophthalmology
- INL, International Laboratory in Braga for Nanotechnology
- Company Biosurfit for in vitro diagnostic tests, created by an ex-graduate of MEFT.
The participation of companies in the private and public sector is promoted through the organization of the course Units MEFT Project and Dissertation, and Colloquia.

3.2.3 Colaborações intrainstitucionais com outros ciclos de estudos.

Docentes de outros ciclos de estudos do IST, como MEEC, LEGI, MEC e MEIC (Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Engenharia Mecânica, Gestão e Informática) participam como co-supervisores de Dissertações do MEFT e asseguram ainda UC's da respetiva especialidade, frequentadas por alunos MEFT e dos outros ciclos (por exemplo, Teoria de Circuitos e Electrónica). Esta possibilidade de colaboração intra-institucional contribui para a riqueza e profundidade da formação do MEFT.

3.2.3 Intrainstitutional colaborations with other study programmes.

Professors from other cycles of studies offered by IST, as MEEC, MEC, and MEIC (Electrotechnical and Computers Engineering, Mechanics Engineering, Management and Business, and Informatics) participate as co-supervisors of dissertations and are also responsible for UC's of their expertise (for instance Circuit Theory and Electronics) that are hold together to MEFT students and students of the other cycles. The possibility for this internal collaboration provides simultaneously depth and broadness to the training of MEFT.

4. Pessoal Docente e Não Docente

4.1. Pessoal Docente

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - Vítor Manuel dos Santos Cardoso

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Vítor Manuel dos Santos Cardoso

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Eduardo Filipe Vieira de Castro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Eduardo Filipe Vieira de Castro

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Carlos Manuel Ferreira Monteiro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Carlos Manuel Ferreira Monteiro

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Fernando José de Carvalho Barão

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - João Pedro Bettencourt de Melo Mendes

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Pedro Bettencourt de Melo Mendes

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Mário António Prazeres Lino da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Mário António Prazeres Lino da Silva

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Ilídio Pereira Lopes

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - José Emilio Fernandes Tavares Ribeiro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José Emilio Fernandes Tavares Ribeiro

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Gonçalo Nuno Marmelo Foito Figueira

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Ana Sofia Mascarenhas Proença Parente da Costa Sousa Branca

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ana Sofia Mascarenhas Proença Parente da Costa Sousa Branca

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Manuel Paulo de Oliveira Ricou

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Manuel Paulo de Oliveira Ricou

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
50

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Filipe Rafael Joaquim

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - José Manuel Dias Ferreira de Jesus

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José Manuel Dias Ferreira de Jesus

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Reinhard Horst Schwarz

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Luís Miguel de Oliveira e Silva

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Patrícia Carla Serrano Gonçalves

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Katharina Lorenz

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Francisco Miguel Prazeres da Silva Garcia

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Francisco Miguel Prazeres da Silva Garcia

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Pedro Miguel Félix Brogueira

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Fernando Henrique de Carvalho Cruz

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Fernando Henrique de Carvalho Cruz

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Carlos Augusto Santos Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Carlos Augusto Santos Silva

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - João Carlos Nogueira de Brito Fortunato

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Carlos Nogueira de Brito Fortunato

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Monitor ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Pedro Ferreira dos Santos

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Maria Manuela de Sousa Mendes

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Manuela de Sousa Mendes

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - José Pizarro de Sande e Lemos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José Pizarro de Sande e Lemos

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - António Carlos de Campos Simões Baptista

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
António Carlos de Campos Simões Baptista

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Telma Andrade Freire da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Telma Andrade Freire da Silva

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Monitor ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
1

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - João Paulo Ferreira da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Paulo Ferreira da Silva

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Manuel José Estevez Prieto

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Manuel José Estevez Prieto

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Maria Isabel Craveiro Pedro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Isabel Craveiro Pedro

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Eunice Isabel Ganhão Carrasquinha Trigueirão

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Eunice Isabel Ganhão Carrasquinha Trigueirão

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Assistente ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
<sem resposta>

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - David Emanuel da Costa

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
David Emanuel da Costa

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - António Manuel Pacheco Pires

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
António Manuel Pacheco Pires

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Luís Miguel Faria Pereira Lopes da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Luís Miguel Faria Pereira Lopes da Silva

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Márcia Margarida Varanda Quaresma

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Márcia Margarida Varanda Quaresma

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Equiparado a Assistente ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Paulo Sérgio de Brito e Silva dos Anjos Lopes

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Paulo Sérgio de Brito e Silva dos Anjos Lopes

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Maria Isabel Pimentel dos Santos Viseu

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Isabel Pimentel dos Santos Viseu

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Luís Manuel Gonçalves Barreira

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Luís Manuel Gonçalves Barreira

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Vasco António Dinis Leitão Guerra

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Rachid Ayouchi

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Equiparado a Assistente ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - António José Vieira Bravo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
António José Vieira Bravo

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Lídia dos Santos Ferreira

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Umesh Vinaica Mardolcar

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Pedro José Oliveira Sebastião

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro José Oliveira Sebastião

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Pedro José de Almeida Bicudo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro José de Almeida Bicudo

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - José António Beltran Gerald

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José António Beltran Gerald

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Pedro Jorge dos Santos Assis

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Miguel Reis Orcinha

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Monitor ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
17

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Juha Hans Videman

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Amaro José Rica da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Amaro José Rica da Silva

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Carlos Alberto Varelas da Rocha

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Carlos Alberto Varelas da Rocha

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Ana Maria Vergueiro Monteiro Cidade Mourão

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ana Maria Vergueiro Monteiro Cidade Mourão

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - José Guilherme Teixeira de Almeida Milhano

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José Guilherme Teixeira de Almeida Milhano

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Maria da Conceição Esperança Amado

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria da Conceição Esperança Amado

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - António Samuel Ávila Balula

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
António Samuel Ávila Balula

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Monitor ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
8

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Luís Filipe Serrazes Ventura de Barros Pessoa

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Luís Filipe Serrazes Ventura de Barros Pessoa

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Samuel Rodrigues Martins Eleutério

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Samuel Rodrigues Martins Eleutério

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Nuno Filipe Gomes Loureiro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Nuno Filipe Gomes Loureiro

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - José Luís Rodrigues Júlio Martins

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José Luís Rodrigues Júlio Martins

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - João Manuel de Freitas Xavier

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Manuel de Freitas Xavier

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Ricardo Coutinho Pereira dos Santos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ricardo Coutinho Pereira dos Santos

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Fernando Manuel Duarte Gonçalves

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Fernando Manuel Duarte Gonçalves

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Ruben André Soeiro Marques

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ruben André Soeiro Marques

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Monitor ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Ana Maria Heleno Branquinho de Amaral

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ana Maria Heleno Branquinho de Amaral

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Paulo José de Jesus Soares

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Paulo José de Jesus Soares

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Alfonso Zamora Saiz

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Pedro Francisco de Deus Lourenço

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Francisco de Deus Lourenço

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Monitor ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Mário António da Silva Neves Ramalho

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Mário António da Silva Neves Ramalho

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Liliana Marisa Cunha Apolinário

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Liliana Marisa Cunha Apolinário

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Assistente ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - João Luís Maia Figueirinhas

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Luís Maia Figueirinhas

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Bernardo Brotas de Carvalho

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Carlos Alberto Nogueira Garcia Silva

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Sofia Marta Lima Naique

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Sofia Marta Lima Naique

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
60

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - João Alberto dos Santos Mendanha Dias

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Alberto dos Santos Mendanha Dias

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Luís Filipe Moreira Mendes

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Marta Leitão Mota Fajardo

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Horácio João Matos Fernandes

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Horácio João Matos Fernandes

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Diana Cristina Pinto Leitão

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Diana Cristina Pinto Leitão

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Bruno Miguel Soares Gonçalves

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Bruno Miguel Soares Gonçalves

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Maria Amélia Duarte Reis Bastos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Amélia Duarte Reis Bastos

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - António Marques Fernandes

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Paulo Sérgio de Brito André

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Paulo Sérgio de Brito André

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Ruben Maurício da Silva Conceição

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Jorge Manuel Amaro Henriques Loureiro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Jorge Manuel Amaro Henriques Loureiro

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - João Carlos Carvalho de Sá Seixas

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Carlos Carvalho de Sá Seixas

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Pedro Filipe Zeferino Tomás

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Filipe Zeferino Tomás

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Teresa Sofia Sardinha Cardoso de Gomes Grilo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Teresa Sofia Sardinha Cardoso de Gomes Grilo

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Pedro Miguel Santos Gonçalves Henriques

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Miguel Santos Gonçalves Henriques

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Pedro Domingos Santos do Sacramento

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Domingos Santos do Sacramento

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Luís Humberto Viseu Melo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Luís Humberto Viseu Melo

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Maria Teresa Romeiras de Lemos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Teresa Romeiras de Lemos

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - André Alves Pina

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Equiparado a Assistente ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Rogério Manuel Cabete de Jesus Jorge

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Rogério Manuel Cabete de Jesus Jorge

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Assistente ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
10

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Rui Miguel Rodrigues Saramago

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Rui Miguel Rodrigues Saramago

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Mário João Martins Pimenta

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - José Carlos Pedro Cardoso Matias

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José Carlos Pedro Cardoso Matias

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Artur Jorge Louzeiro Malaquias

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - António Manuel Raminhos Cordeiro Grilo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
António Manuel Raminhos Cordeiro Grilo

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Maria do Rosário de Oliveira Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria do Rosário de Oliveira Silva

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - João Alexandre Ferreira Pena do Amaral

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Alexandre Ferreira Pena do Amaral

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Carlos Manuel Pinho Lucas de Freitas

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Carlos Manuel Pinho Lucas de Freitas

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Fábio Alexandre Lopes Cruz

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Fábio Alexandre Lopes Cruz

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Assistente ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Jorge Manuel Rodrigues Crispim Romão

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Vítor João Rocha Vieira

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático convidado ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa VIII - Rui Manuel Agostinho Dilão

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Rui Manuel Agostinho Dilão

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

4.1.2 Mapa IX - Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

4.1.2. Mapa IX -Equipa docente do ciclo de estudos / Map IX - Study programme's teaching staff

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Vítor Manuel dos Santos Cardoso	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida

Eduardo Filipe Vieira de Castro	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Ferreira Monteiro	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Fernando José de Carvalho Barão	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
João Pedro Bettencourt de Melo Mendes	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Mário António Prazeres Lino da Silva	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Ilídio Pereira Lopes	Doutor	CONHECIMENTO EM ASTROFISICA	100	Ficha submetida
José Emilio Fernandes Tavares Ribeiro	Doutor	FÍSICA	30	Ficha submetida
Gonçalo Nuno Marmelo Foito Figueira	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Ana Sofia Mascarenhas Proença Parente da Costa Sousa Branca	Doutor	GESTÃO DE EMPRESAS	100	Ficha submetida
Manuel Paulo de Oliveira Ricou	Doutor	MATEMATICA	50	Ficha submetida
Filipe Rafael Joaquim	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
José Manuel Dias Ferreira de Jesus	Doutor	ENGENHARIA ELECTROTECNICA	100	Ficha submetida
Reinhard Horst Schwarz	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Luís Miguel de Oliveira e Silva	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Patrícia Carla Serrano Gonçalves	Doutor	FÍSICA	30	Ficha submetida
Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Katharina Lorenz	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Francisco Miguel Prazeres da Silva Garcia	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	30	Ficha submetida
Pedro Miguel Félix Brogueira	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	100	Ficha submetida
Fernando Henrique de Carvalho Cruz	Doutor	GESTÃO	100	Ficha submetida
Carlos Augusto Santos Silva	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
João Carlos Nogueira de Brito Fortunato	Mestre	MASTER_DEGREE	100	Ficha submetida
Pedro Ferreira dos Santos	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria Manuela de Sousa Mendes	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
José Pizarro de Sande e Lemos	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
António Carlos de Campos Simões Baptista	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Telma Andrade Freire da Silva	Licenciado	Matemática	1	Ficha submetida
João Paulo Ferreira da Silva	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Manuel José Estevez Prieto	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Isabel Craveiro Pedro	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Eunice Isabel Ganhão Carrasquinha Trigueirão	Doutor	Estatística e Processos Estocásticos		Ficha submetida
David Emanuel da Costa	Doutor	Engenharia Física	100	Ficha submetida
António Manuel Pacheco Pires	Doutor	MATEMATICA APLICADA	100	Ficha submetida
Luís Miguel Faria Pereira Lopes da Silva	Doutor	Física	30	Ficha submetida
Márcia Margarida Varanda Quaresma	Mestre	Engenharia Física Técnológica	30	Ficha submetida
Paulo Sérgio de Brito e Silva dos Anjos Lopes	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria Isabel Pimentel dos Santos Viseu	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Luís Manuel Gonçalves Barreira	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Vasco António Dinis Leitão Guerra	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Rachid Ayouchi	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
António José Vieira Bravo	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Lídia dos Santos Ferreira	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Umesh Vinaica Mardolcar	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Pedro José Oliveira Sebastião	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Pedro José de Almeida Bicudo	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
José António Beltran Gerald	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida

Pedro Jorge dos Santos Assis	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	30	Ficha submetida
Miguel Reis Orcinha	Mestre	Engenharia Física Tecnológica	17	Ficha submetida
Juha Hans Videman	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Amaro José Rica da Silva	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Carlos Alberto Varelas da Rocha	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Ana Maria Vergueiro Monteiro Cidade Mourão	Doutor	Física	100	Ficha submetida
José Guilherme Teixeira de Almeida Milhano	Doutor	FÍSICA TEÓRICA	100	Ficha submetida
Maria da Conceição Esperança Amado	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
António Samuel Ávila Balula	Licenciado	Engenharia Física Tecnológica	8	Ficha submetida
Luís Filipe Serrazes Ventura de Barros Pessoa	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Samuel Rodrigues Martins Eleutério	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Nuno Filipe Gomes Loureiro	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
José Luís Rodrigues Júlio Martins	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
João Manuel de Freitas Xavier	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Ricardo Coutinho Pereira dos Santos	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Fernando Manuel Duarte Gonçalves	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Ruben André Soeiro Marques	Licenciado	Engenharia Física e Tecnológica	100	Ficha submetida
Ana Maria Heleno Branquinho de Amaral	Doutor	CIENCIAS DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Paulo José de Jesus Soares	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Alfonso Zamora Saiz	Doutor	Matemática	20	Ficha submetida
Pedro Francisco de Deus Lourenço	Mestre	Engenharia Física Tecnológica	100	Ficha submetida
Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro	Doutor	BIOLOGIA	100	Ficha submetida
Mário António da Silva Neves Ramalho	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Liliana Marisa Cunha Apolinário	Doutor	Física	100	Ficha submetida
João Luís Maia Figueirinhas	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Bernardo Brotas de Carvalho	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	100	Ficha submetida
Carlos Alberto Nogueira Garcia Silva	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Sofia Marta Lima Naique	Doutor	MATEMATICA	60	Ficha submetida
João Alberto dos Santos Mendanha Dias	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Luís Filipe Moreira Mendes	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	100	Ficha submetida
Marta Leitão Mota Fajardo	Doutor	ENGENHARIA FÍSICA TECNOLOGICA	30	Ficha submetida
Horácio João Matos Fernandes	Doutor	Engenharia Física	100	Ficha submetida
Diana Cristina Pinto Leitão	Doutor	Física	30	Ficha submetida
Bruno Miguel Soares Gonçalves	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	100	Ficha submetida
Maria Amélia Duarte Reis Bastos	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
António Marques Fernandes	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Paulo Sérgio de Brito André	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Ruben Maurício da Silva Conceição	Doutor	Física	30	Ficha submetida
Jorge Manuel Amaro Henriques Loureiro	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
João Carlos Carvalho de Sá Seixas	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Pedro Filipe Zeferino Tomás	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Teresa Sofia Sardinha Cardoso de Gomes Grilo	Doutor	Engenharia e Gestão	30	Ficha submetida
Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos	Doutor	CIENCIAS FISICAS	100	Ficha submetida
Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida

Pedro Miguel Santos Gonçalves Henriques	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Pedro Domingos Santos do Sacramento	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Luís Humberto Viseu Melo	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLOGICA	100	Ficha submetida
Maria Teresa Romeiras de Lemos	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
André Alves Pina	Doutor	Sistemas Sustentáveis de Energia	100	Ficha submetida
Rogério Manuel Cabete de Jesus Jorge	Mestre	Engenharia Física Tecnológica	10	Ficha submetida
Rui Miguel Rodrigues Saramago	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Mário João Martins Pimenta	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
José Carlos Pedro Cardoso Matias	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Artur Jorge Louzeiro Malaquias	Doutor	Engenharia Física	100	Ficha submetida
António Manuel Raminhos Cordeiro Grilo	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Maria do Rosário de Oliveira Silva	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Alexandre Ferreira Pena do Amaral	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Pinho Lucas de Freitas	Doutor	GESTÃO	100	Ficha submetida
Fábio Alexandre Lopes Cruz	Mestre	Física	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Rodrigues Crispim Romão	Doutor	CIENCIAS, FISICA DE PARTíCULAS	100	Ficha submetida
Vítor João Rocha Vieira	Doutor	CIENCIAS "FISICA DA MATERIA CONDENSADA"	30	Ficha submetida
Rui Manuel Agostinho Dilão	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
			9996	

<sem resposta>

4.1.3. Dados da equipa docente do ciclo de estudos (todas as percentagem são sobre o nº total de docentes ETI)

4.1.3.1.Corpo docente próprio do ciclo de estudos

4.1.3.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos / Full time teaching staff

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem* / Percentage*
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of full time teachers:	95	95,04

4.1.3.2.Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

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

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	95.3	95,34

4.1.3.3.Corpo docente do ciclo de estudos especializado

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

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	52.4	52,42

Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	0	0

4.1.3.4.Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

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

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and tranning dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	80	80,03
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	4	4

Perguntas 4.1.4. e 4.1.5

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

A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico (RADIST)" (Despacho Reitoral nº 4576/2010, DR 2ª Série, nº 51 de 15 de Março), sendo aplicado a cada docente, individualmente e nos períodos estipulados por Lei. Permite a avaliação quantitativa da atuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflete-se, nomeadamente, sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª Série, N.º 130 de 8 de Julho). O Conselho Coordenador da Avaliação do Docentes (CCAD) do IST, no exercício das competências previstas no RADIST, elaborou um relatório sobre as avaliações de desempenho dos docentes relativas aos períodos 2004-2007, 2008-2009, 2010 -2012. Estes relatórios fornecem ampla informação sobre as avaliações realizadas, respeitando escrupulosamente o princípio da confidencialidade dos resultados da avaliação de cada docente estabelecido no artigo 30º do RADIST, e foram objeto de discussão nos diferentes Órgãos do IST. Em resultado desta discussão, da experiência adquirida nas avaliações anteriores e das audiências sindicais, que foram efetuadas nos termos previstos na lei, foram produzidas atualizações do RADIST que foram aprovadas pelos Órgãos competentes do IST e que publicadas em Diário da República em 2013 (Despacho Reitoral no. 262/2013, DR 2ª Série, Nº 4 de 7 de Janeiro de 2013) e está a ser finalizada uma nova revisão que estará em vigor no triénio 2016-2018 que resultou do trabalho de uma comissão eventual do Conselho Científico.

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

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

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

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

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

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

4.2. Pessoal Não Docente

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

Sete funcionários em regime de tempo integral prestam apoio direto à lecionação:
- 2 técnicos de laboratório
- 5 funcionários para apoio administrativo.

Quatro bolseiros, alunos do 5º ano do CE, prestam apoio ao ensino digital (digital learning) de várias UCs: criação de bases de dados, com problemas típicos de aulas e avaliações, criação de fichas de avaliação eletrónicas, etc.

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

Seven full time staff employees are allocated to the technical assistance to teaching:
- 2 laboratory technicians
- 5 employees for secretariat activities.

Four fellowship students of the 5th year of the MEFT are engaged in the support to digital learning in several CUs: organization of databases with typical problems from classes and exams, building of electronic evaluation sheets, etc.

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

Licenciatura: 2
12º Ano: 4
11º Ano: 1

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

Graduation: 2
Secundary Education (12th Grade): 4
Secundary Education (11th Grade): 1

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

O IST implementa o SIADAP desde a sua criação jurídica, em 2004, tendo atualizado o funcionamento e os procedimentos, com as revisões do sistema de avaliação, em 2007 e em 2013. A avaliação integra os subsistemas:
- de Avaliação do Desempenho dos Dirigentes da Administração Pública - SIADAP 2, aplicado em ciclos de três anos, consoante as comissões de serviço dos avaliados
- de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública - SIADAP 3, com caráter bienal, a partir do ciclo de 2013-2014.
Todo este processo foi desmaterializado e está disponível na plataforma de aplicações centrais do IST (.dot), sendo acedido electronicamente pelos vários intervenientes (avaliadores, avaliados, Direção de Recursos Humanos e dirigentes de topo) .
Mais informação disponível na página do IST na Internet (Pessoal/ Direção de Recursos Humanos/Não Docentes/Avaliação (SIADAP)).

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

Active since it was legally created in 2004, IST has updated its functioning and procedures and reviewed the evaluation system in 2007 and 2013. The evaluation includes the following subsystems:
- The System for Performance Assessment of the Senior Officials of the Public Administration (SIADAP 2), applied in three cycles, depending on the service commissions of those evaluated;

- The System for Performance Assessment of the Public Administration Employees (SIADAP 3), every two years, from 2013-20124.
This process was dematerialized and is available on the central application form of IST (.dot). Access is made by the different actors (evaluators, evaluated, HR Division, and senior officials) electronically.
Further information available at IST webpage (Staff/Staff Area/Não Docentes/Avaliação (SIADAP))

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

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

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

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

5. Estudantes e Ambientes de Ensino/Aprendizagem

5.1. Caracterização dos estudantes

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

5.1.1.1. Por Género

5.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	80
Feminino / Female	20

5.1.1.2. Por Idade

5.1.1.2. Caracterização por idade / Characterisation by age

Idade / Age	%
Até 20 anos / Under 20 years	32
20-23 anos / 20-23 years	50
24-27 anos / 24-27 years	11
28 e mais anos / 28 years and more	7

5.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso)

5.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso) / Number of students per curricular year (current academic year)

Ano Curricular / Curricular Year	Número / Number
1º ano curricular	69
2º ano curricular	73
3º ano curricular	85
4º ano curricular	58
5º ano curricular	80
	365

5.1.3. Procura do ciclo de estudos por parte dos potenciais estudantes nos últimos 3 anos.

5.1.3. Procura do ciclo de estudos / Study programme's demand

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	60	60	60
N.º candidatos 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase candidates	98	109	155

Nota mínima do último colocado na 1ª fase / Minimum entrance mark of last accepted candidate in 1st fase	172.3	174	182.3
N.º matriculados 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase enrolments	52	54	47
N.º total matriculados / Total no. enrolled students	60	60	60

5.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)

5.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)

Os estudantes de ambos os perfis (ramos,) além de terem uma sólida formação de base em todos os domínios da Física Clássica, estão familiarizados com os progressos na compreensão da estrutura interna de Materiais avançados, à luz da Mecânica Quântica, e das suas propriedades. Ambos os ramos adquirem ainda competências na área da Instrumentação e Electrónica e da Computação.

A grande maioria dos alunos do MEFT faz estágios em unidades de investigação ou em empresas, adquirindo assim uma experiência frequentemente decisiva para o seu futuro profissinal. Os temas das dissertações, com indicação do local onde foram realizadas, está disponível em https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/meft/dissertacoes.

O Observatório de Empregabilidade do Instituto Superior Técnico elaborou um Relatório sobre a empregabilidade dos diplomados, disponível em http://oe.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/24/MEFT.pdf.
A percentagem de alunos do CE em cada perfil varia de ano para ano, mas tem sido aproximadamene equitativa.

5.1.4. Addicional information about the students' caracterisation (information about the students' distribution by the branches)

The students of both profiles (branches) have a solid training and knowledge in Classic Physics, and are as well familiar to the progress in the understanding of the inner structure of advanced materials, in light of Quantum Mechanics. Both profiles acquire skills in Instrumentation, Electronics and Computation.

The great majority has internerships in Research Units or Companies that give them a decisive experience for their professional activity. The subjects of the dissertations, with indication of the institution where that were developed is available at https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/meft/dissertacoes.

The IST Observatory for the Employment organizes a Report on the MEFT graduates, available at http://oe.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/24/MEFT.pdf.
The percentage of students for both profiles varies each year, but is usually approximately balanced.

5.2. Ambientes de Ensino/Aprendizagem

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

O Gabinete de Apoio ao Tutorado (GATu) tem como principais objetivos o acompanhamento dos alunos durante o seu percurso no IST, apoiando-os na transição entre o ensino secundário e o superior, através da orientação das suas potencialidades académicas. O Programa de Tutorado dirige-se a todos os alunos do 1 e 2° anos dos cursos de 1° ciclo e ciclo Integrado, ocupando-se especialmente da identificação precoce dos alunos com baixo rendimento académico. No caso dos estudantes de 2º ciclo, o GATu atribui tutores nos cursos em que existem tutores disponíveis, por solicitação dos alunos. O GATu assegura ainda atividades de formação e coaching para docentes e estudantes.

Mais informação disponível na página do IST na internet (ORGANIZAÇÃO/Gabinete de Apoio ao Tutorado (GaTu)/Tutorado).

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

The GATu aims at following up students while at IST, facilitating their transition to higher education, by giving them advice regarding their academic skills. The Tutoring Program is designed for all 1st and 2nd year students of the 1st cycle and integrated cycle programs, by early tracking low academic achieving students. Students of the 2nd cycle also can have a tutor if they apply for one and if in the student's program there are tutors available. GATu also ensures training and coaching activities for teachers and students.

Further information available at IST webpage (ORGANIZATION/Tutoring Support Office (GaTu)/Tutoring).

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

O Núcleo de Apoio ao Estudante (NAPE) é responsável pelo desenvolvimento de ações no âmbito do projeto de Acolhimento, Integração e Acompanhamento junto dos alunos do IST,em particular dos novos alunos do 1o ano e alunos estrangeiros (através do programa de Mentorado),bem como de alunos com necessidades educativas especiais.
O Programa de Mentorado é implementado com o apoio de alunos de anos mais avançados (Mentores) que, com as suas experiências e vivências académicas, acompanham os novos alunos do 1o ano e alunos estrangeiros de cursos de 1o Ciclo e Mestrado Integrado.Os Mentores de alunos estrangeiros em regra já integraram um programa de mobilidade internacional. Assim,
Facilita-se a integração social dos novos alunos de forma a minorar as dificuldades inerentes à transição do ensino secundário para o superior.
Apoia-se os alunos deslocados, do país e do estrangeiro.
Contribui-se para o seu bom desempenho escolar.

5.2.2. Measures to promote the students' integration into the academic community.
NAPE,the Student Support Unit, is responsible for developing actions under the Welcoming, Integration and Followup project of IST students, in particular of the incoming 1st year students and foreign students (through the Mentoring Programme), as well as students with special educational needs.The Mentoring Programme is implemented with the support of students with higher levels of proficiency (Mentors) who, with their academic and life experiences follow up incoming 1st year students and foreign students (Mentees) of 1st Cycle and Integrated Master Programmes. Mentors of foreign students are mostly students who have already integrated an international mobility programme.This Programme aism at: facilitating the social integration of new students in order to help ease constraints inherent in the transition of secondary education to higher education.
supporting displaced students, both Portuguese students and foreign students. contributing to their proper academic performance.

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

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

5.2.4. Utilização dos resultados de inquéritos de satisfação dos estudantes na melhoria do processo ensino/aprendizagem.
No sistema de gestão da qualidade do IST (ver 2.2 para mais detalhes), o subsistema de Garantia da Qualidade do Processo de Ensino e Aprendizagem no IST (QUC) tem como objetivos a monitorização em tempo útil do funcionamento de cada UC face aos objetivos estabelecidos nos planos curriculares dos cursos, a promoção da melhoria contínua do processo de ensino, aprendizagem e avaliação do aluno e do seu envolvimento no mesmo.
Os instrumentos de informação dos QUC são um inquérito semestral aos estudantes e um relatório preenchido pelos delegados de ano, com as suas opiniões sobre o processo de ensino e aprendizagem de cada UC, a ser analisados pela gestão académica (corpo docente, coordenadores curso, presidentes departamento e conselho pedagógico). Se necessário, fundamentam decisões de alteração do funcionamento. Nas reuniões semestrais da Coordenação do CE com docentes e alunos, os resultados QUC são discutidos e medidas para melhoria da eficácia do ensino/aprendizagem são criadas.

5.2.4. Use of the students' satisfaction inquiries on the improvement of the teaching/learning process.
As part of the IST's quality management system (see 2.2 for further details), the Quality Assurance Subsystem of the Teaching and Learning process of IST provides real time monitoring of each course unit in view of its goals in the curricula of the program, and promotes continuous improvement of the teaching, learning and evaluation process of

students and their involvement in it.
The data collection instruments, every semester, are a student survey and from student representatives a report, with their opinions on different aspects of the teaching and learning process of each course unit, which is analyzed by the academic management (teaching staff, program coordinators, heads of department and pedagogical council) . If needed, they give a rationale for the decisions for improvement. In the twice a year meetings of the Coordination, professors and students, the QUC results are discussed and measures for improvements of effectiveness and the teaching/learning process.

5.2.5. Estruturas e medidas para promover a mobilidade, incluindo o reconhecimento mútuo de créditos.
O IST continua empenhado em reforçar a sua internacionalização, estratégia assente em redes internacionais de referência: CLUSTER, MAGALHÃES, TIME e CESAER. Os programas de Mestrado e Doutoramento, na presença de pelo menos 1 aluno que não fale português, são ministrados na Língua Inglesa, fator competitivo que atrai alunos do mundo inteiro. O IST oferece 51 duplos graus, mais de 500 acordos/protocolos internacionais com cerca de 1000 alunos envolvidos em mobilidade internacional. O IST participa no programa Erasmus Mundus 2 (18 em curso, de momento), tendo também atividade em JMD, JDD e outros projetos do Erasmus+. Nos últimos 2 anos, no âmbito da rede Cluster, o IST preside à SEEP (Sino-European Platform) que consolida relações de parceria com 18 IES chinesas. Prosseguindo o forte envolvimento nas parcerias com o MIT, CMU, UTAustin e EPFL. O IST reforçou o papel ativo na KIC Innoenergy. No âmbito dos programas de mobilidade o período de estudos é reconhecido através do sistema ECTS.

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

6. Processos

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

6.1.1. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, operacionalização dos objetivos e medição do seu grau de cumprimento.
O MEFT fornece competências para a análise de problemas, inovação e liderança. Em particular, desenvolve a aptidão de recolha e seleção de informação, criação de modelos e metodologias para análise, espírito crítico, criatividade, aprendizagem permanente e trabalho de equipa.
Os conhecimentos incluem os Princípios da Física, as suas aplicações a situações complexas, prática laboratorial, treino na medição, tratamento de dados, cálculo analítico complexo, computação numérica, e a compreensão de aspetos económicos e sociais da profissão de engenheiro/cientista.
A operacionalização é feita pelos conteúdos programáticos das UC´s, resolução autónoma de problemas, exemplos em aulas práticas e de laboratório, seminários, discussões, sínteses, colóquios sobre temas de fronteira por oradores nacionais e internacionais.
Os processos de medição das competências incluem provas com e sem limite de tempo, problemas em aberto, exames e discussões orais, relatórios, produtos audiovisuais.

6.1.1. Learning outcomes to be developed by the students, their translation into the study programme, and measurement of its degree of fulfillment.
MEFT trains skills for the analysis of problems, innovation and leadership. Namely, it develops the competences for collecting and selecting information, model building and methodologies for analysis, critical spirit, creativity, permanent learning and team work.
The acquired knowledge includes the Physics Principles, their application to complex situations, laboratory practices and attitudes, training in measuring, data processing, complex analytical calculus, numerical computation, and the understanding of economical and social facets of the professional life in engineering or science.
The learning outcomes are achieved through the syllabus of the CU's, autonomous problem solving, examples in Laboratory and Problem study cases, seminars, discussions, synopsis, colloquia on forefront subjects by national and international speakers. The measurement of fulfillment includes exams with and without time limit, open problems, oral discussions, reports and audiovisual products.

6.1.2. Periodicidade da revisão curricular e forma de assegurar a atualização científica e de métodos de trabalho.
As revisões curriculares não têm periodicidade pré-determinada. As revisões curriculares - propostas pelas coordenações de curso, ouvidas as comissões científicas de curso, e submetidas a parecer do conselho científico, pedagógico e de gestão – são efetuadas sempre que há necessidade de atualizar os conteúdos programáticos das unidades curriculares, necessidade de otimizar percursos académicos ou imposições exógenas ao curso, tais como atualização de áreas científicas ou disciplinares, criação ou extinção de unidades académicas.

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

6.2. Organização das Unidades Curriculares

6.2.1. Ficha das unidades curriculares

Mapa X - Gestão

6.2.1.1. Unidade curricular:
Gestão

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Maria Teresa Romeiras de Lemos (42.00), Regente-Carlos Manuel Ferreira Monteiro (87.89)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Carlos Manuel Pinho Lucas de Freitas (105.00), João Pedro Bettencourt de Melo Mendes (91.00), Maria Isabel Craveiro Pedro (21.00), Teresa Sofia Sardinha Cardoso de Gomes Grilo (3.11), Fernando Henrique de Carvalho Cruz (21.00), Ana Sofia Mascarenhas Proença Parente da Costa Sousa Branca (105.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
• Compreender a natureza sistémica e integrada do funcionamento das organizações
• Avaliar a multidisciplinaridade e recursos necessários ao funcionamento das organizações
Os alunos ficam habilitados com a introdução às competências profissionais fundamentais para o funcionamento das organizações tais como: Enquadramento Microeconómico, Gestão Estratégica, Marketing, Gestão de Recursos Humanos, Contabilidade e Avaliação de Projetos.
A u.c.Gestão tem também como objetivo introduzir os alunos ao funcionamento das empresas em ambiente real, e treinar o trabalho em equipa aplicando os conceitos e ferramentas analíticas lecionadas na u.c. Inclui-se a participação destes na simulação empresarial ISTMC, em que grupos de alunos representam empresas que competem entre si simulando um mercado em ambiente real. Os melhores grupos são convidados a integrar outras simulações até ao nível da competição internacional Global Management Challenge.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
• Understand the nature of the systemic and integrated functioning of organizations
• Evaluate the multidisciplinary disciplines and resources necessary for the operation of organizations
The students become empowered with the introduction to the skills essential to the functioning of organizations such as: Microeconomic framework, Strategic Management, Marketing, Human Resource Management, Accounting and Project Evaluation.

The Management course also aims to introduce students to the operation of businesses in the real environment, and train teamwork applying the concepts and analytical tools taught in the uc. To this it includes their participation in a business simulation - the ISTMC, in which groups of students representing companies compete in a market. The best groups are invited to integrate other business simulations up to the level of the international competition Global Management Challenge.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
I-Gestão, Economia, História do pensamento sobre Gestão. II-Ambiente económico-Mercados. Procura. Bens substitutos e complementares; Elasticidade da procura. Oferta; Equilíbrio do mercado; Custos e tecnologia; Economias de escala, gama, experiência; Estruturas de mercado; Papel do Estado. III-Estratégia-Funções da Gestão, Visão, Missão; PESTL; PORTER; Cadeia de Valor; Matriz SWOT; Formulação e Implementação da Estratégia. IV-

Marketing-Comportamento de compra; STP e 4Ps. V-Contabilidade-O Balanço; Demonstração de Resultados; Indicadores de Gestão; Análise gastos-volume-resultados. VI-Projectos de Investimento-Capitalização, Taxa de juro nominal, efectiva e real, Atualização; análise da rendibilidade - VAL,TIR, PRI. VII- Implementação da Estratégia-Cultura empresarial; Ética e responsabilidade social; Gestão de Recursos Humanos; Motivação; Liderança. VIII-Sistemas de Informação e Controlo-Balanced Scorecard.

6.2.1.5. Syllabus:

I- Fundamental Concepts in Management and Economics; History of Management Theory. II-The economic environment-Markets; Demand; Substitute and complimentary products; Elasticity of demand; Supply; Market equilibrium; Costs and technology.; Economies of scale, scope and experience; Market structures; Role of the State. III-Strategic Analysis-Functions of Management; Vision, Mission; Porter, PESTLE; Value Chain; SWOT Matrix; Strategy Formulation and Implementation. IV-Marketing-Buying behavior; STP and 4Ps. V-Accounting-The Balance Sheet and Income Statement; Performance indicators; Cost-volume-analysis. VI-Investment Projects- nominal actual and real interest rates; profitability of investment projects - NPV, IRR, IRS. VII-Implementing Strategy-Corporate culture, Ethics and Social Responsibility; Human Resource Management - Motivation, Leadership. VIII-Information Systems and Control-Balanced Scorecard.

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

Para isso inclui-se a participação dos alunos na simulação empresarial ISTManagement Challenge (ISTMC), em que grupos de alunos representam empresas que competem entre si simulando um mercado em ambiente real. Os melhores grupos são convidados a integrarem outras simulações empresariais até ao nível da competição internacional Global Management Challenge.

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

It includes the studenst participation in a business simulation - the ISTManagement Challenge (ISTMC), in which groups of students representing companies compete in a market. The best groups are invited to integrate other business simulations up to the level of the international competition Global Management Challenge.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

a) A NOTA FINAL da Avaliação Individual é a média, da melhor nota obtida no 1ºteste/repescagem, com a melhor nota obtida no 2º teste/repescagem. Nota Minima 7,50 Val.
b) A Nota ISTMC tem 2 componentes:
1. FIXA igual a 1 valor - participação válida até ao fim do jogo. Quem desistir ou fôr desclassificados ficam com zero.
2. Bónus Competitivo ISTMC – A posição da equipa no respectivo agrupamento competitivo (8 equipas), pode contribuir entre 1,5 e 0,25 valores. As equipas (3-5 membros) serão classificadas por agrupamento competitivo, e o contributo para a nota final é: 1º lugar - 1,5 val.; 2º-1,25 val.; 3º-1,0 val., 4º-0,75 val.; 5º e 6º - 0,50 val.; 7º e 8º- 0,25 val.
c) BÓNUS DE ASSIDUIDADE ÀS AULAS, até ao máximo de 0,50 val. correspondente à presença em 12 aulas Práticas; mínimo de presença em 3 das aulas corresponde a 0,05 val.:
NOTA FINAL = (Avaliação Individual + ISTMC Fixo) if >= 9,50 + Bónus ISTMC + Assiduidade

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

a) Individual Assessment will be the average of the highest score obtained in 1st test / recap, with the best score obtained in the 2nd test / recap. Minimum grade 7.50 Val
b) ISTMC has 2 components:
1. FIXED value equal to 1 - corresponds to participate valid until the end of the game. Who drops out is declassified gets zero.
2. Competitive Bonus ISTMC - The position of competitive team in their group (8 teams), can contribute between 1.5 and 0.25 value. Teams (3-5 members) will be classified by competitive grouping , and the contribution to the final grade is: 1st place - 1.5 val., 2nd -1.25 val.; 3rd -1.0 val., 4th -0.75 val., 5 and 6 - 0.50 val., 7th and 8th - 0.25 val.
c) Bonus for Attendance - up to a maximum of 0.50 val. corresponding to the presence in 12 classes Practices; minimal presence in three classes corresponding to 0.05 val.
FINAL GRADE = (Individual Assessment + Fixed ISTMC) if> = 9.50 + ISTMC Bonus + Attendance Bonus ISTMC

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

Para isso inclui-se a participação dos alunos na simulação empresarial ISTManagement Challenge (ISTMC), em que grupos de alunos representam empresas que competem entre si simulando um mercado em ambiente real. Os melhores grupos são convidados a integrarem outras simulações empresariais até ao nível da competição internacional Global Management Challenge.

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

It includes the students participation in a business simulation - the ISTManagement Challenge (ISTMC), in which groups

of students representing companies compete in a market. The best groups are invited to integrate other business simulations up to the level of the international competition Global Management Challenge.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The New Era of Management, Daft, Richard, 2008, Thomson/South-Western; Avaliação de Projectos de Investimento na Óptica Empresarial, Soares, J., Fernandes, A., Março, A., Marques, J., 2006, 2º Ed., Edições Sílabo; Sistema de Normalização Contabilística (SNC), Ministério Finanças, 2010, ; Princípios de Economia, Frank, R., Bernanke, B., 2003, McGraw-Hill; Marketing Management, Kotler, P., Keller, K., 2006, Pearson -Prentice Hall; Crafting and Executing Strategy: The Quest for Comtitive Advantage: Concepts and Cases, Thompson, A.Arthur, Strickland III, A. J., Gamble, John, 2007, McGraw-Hill/Irwin

Mapa X - Fusão Nuclear

6.2.1.1. Unidade curricular:

Fusão Nuclear

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

Nuno Loureiro (56.00)

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

N/A

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

-Formação nas áreas da Física, Engenharia e Tecnologia dos Plasmas de Fusão, visando:
(i) A sensibilização para os diversos métodos que podem levar ao aproveitamento da energia de fusão nuclear para fins pacíficos;
(ii) O estudo do plasmas de fusão em experiências de confinamento magnético, em particular nos tokamaks: estabilidade, confinamento e transporte do plasma; métodos de aquecimento. Diagnósticos e caracterização do plasma.
(iii)Investigação e desenvolvimento necessários para o sucesso do projecto do reactor ITER e para a concretização da FN como via de produção de energia.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Physics, Engineering and Technology of Fusion Plasmas:
(i) Assessing the several methods leading to controlled nuclear fusion energy for peaceful purposes;
(ii) Studying the behavior of fusion plasmas in magnetic confinement experiments, with emphasis in Tokamaks: plasma stability, confinement and transport; technological issues related to auxiliary heating schemes as well as to the plasma dedicated diagnostics.
(iii) Surveying the research and development of the project of ITER reactor and to the viability of thermonuclear fusion as a route to the energy production.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

As potencialidades da energia de fusão nuclear.
A Fisica dos Plasmas e sua aplicação ao confinamento magnético
Equilibrio do plasma na configuração Tokamak: equações do equilibrio MHD; a equação de Grad-Shafranov e superfícies de fluxo.
Estabilidade MHD: o critério da energia; resistividade e viscosidade.
Instabilidades em Tokamaks: macroscópicas, modos ?tearing e disrupções; micro-instabilidades, ondas de deriva e ?micro-tearing?.
Confinamento e transporte: clássico, neoclássico e anómalo; códigos de transporte.
Aquecimento e geração de corrente: aquecimento resistivo; injecção de feixes de neutros; aquecimento de rádio-frequência; a geração não-inductiva de corrente.
Interacções plasma-superfície: o papel das impurezas; os limitadores e os diversores
Métodos de diagnóstico em plasmas de fusão
As actuais experiências tokamak e o futuro reactor de fusão (ITER)

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction: the potencialities of nuclear fusion energy.
Plasma physics and its application to magnetic confinement.
Plasma equilibrium in the toroidal configuration Tokamak: MHD equilibrium equations; Grad-Shafranov equation and

flux surfaces.
MHD stability: the energy criterium; role of resistivity and viscosity.
Instabilities in Tokamaks: macroscopic, tearing modes and disruptions; microinstabilities, drift waves and micro-tearing.
Confinement and transport: classical and neo-classical transport; anomalous transport; predictive transport codes.
Heating and current drive: resistive heating; neutral beam injection; radio-frequency heating; non-inductive current drive.
Plasma-surface interactions: the role of impurities; limiters and the importance of divertors.
Diagnostic methods for fusion plasmas.
The present tokamak experiments and the future fusion reactor (ITER).

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

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

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Discussão oral baseada na apresentação de um Trabalho Final individual pelo estudante

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Oral examination , based on an individual Final Work presentation by the student

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Fusion: The Energy of the Universe, G.McCracken and P. Stott, 2005, Elsevier ; Tokamaks, J.Wesson, 1997, Clarendon Press, Oxford; Fusão Nuclear, F. Serra, 1993, Centro de Fusão Nuclear

Mapa X - Teoria dos Circuitos e Fundamentos de Electrónica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Teoria dos Circuitos e Fundamentos de Electrónica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
António Carlos de Campos Simões Baptista (141.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Fernando Manuel Duarte Gonçalves (57.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Desenvolver a capacidade de resolução de problemas de análise e síntese de circuitos simples. Verificação experimental dos principais conceitos apreendidos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To develop the ability to analyse electronic circuits and synthesize simple circuits. Proof experimentally the main concepts studied.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Teoria dos Circuitos: Tensão, corrente, potência e resistência; Condensador; Bobine e Transformador; Resposta em Frequência.
2. Diodos de Junção: Características; Díodo de Zener; Rectificadores; Filtragem; Circuitos limitadores.
3. Transistores de Junção Bipolar: Características principais; Circuito seguidor de emissor; Amplificador de emissor-comum; Acoplamento entre circuitos; Modelo de Ebers-Moll; Características não-ideais dos transístores; Espelhos de corrente; Par diferencial.
4. Amplificadores Operacionais: Características; Montagens básicas.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Circuit Theory

1.1 Voltage, Current, Power and Resistance
1.2 Capacitor
1.3 Inductor and Transformer
1.4 Frequency Analysis
2. Junction Diodes
2.1 Characteristics
2.2 Zener Diode
2.3 Rectifiers
2.4 Filtering
2.5 Limiting Circuits
3. Bipolar Junction Transistors
3.1 Characteristics
3.2 Emitter Follower
3.3 Common-Emitter
3.4 Circuit Coupling
3.5 Ebers-Moll model
3.6 Non-Ideal Characteristics
3.7 Current Mirrors
3.8 Differential Pair
4. Operational Amplifiers
4.1 Characteristics
4.2 Basic Circuits

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos da análise de circuitos e dos circuitos básicos com dispositivos semicondutores, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica, capacitando-o para outras aprendizagens através de atividades de pesquisa autónoma.
São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos e dos modelos teóricos quer a resolução de exercícios de interpretação /aplicação em ambiente laboratorial.
Os tópicos que se apresentam abrangem os principais conceitos de base intervenientes, quer na análise teórica, quer nas aplicações laboratoriais, bem como as ferramentas mais aplicadas. Proporcionam assim, um todo contínuo de informação e conhecimento com aplicação na investigação.

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

The syllabus covers the main topics and the theoretical and practical applications of circuit analysis and basic circuits with semiconductor devices, allowing the student to review and deepen background knowledge and acquire new knowledge to assist in training in Physics Engineering, enabling him yet for other learning through independent research.
The theoretical basis, the essential concepts and application examples are provided, asking students both the study of content and theoretical models and the resolution of exercises of interpretation / application in the laboratory environment.
The topics that appear cover the main base concepts involved, either in theoretical analysis, or in laboratory applications, and the more commonly applied tools. They provide thereby a continuous whole of information and knowledge, opening perspectives for research work.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino nesta unidade curricular envolve três componentes, a componente teórica com duas aulas semanais em catorze semanas, a componente prática, com uma aula semanal e a resolução de problemas em nove semanas ao longo do semestre, e a componente laboratorial com uma aula semanal em cinco semanas ao longo do semestre. A leccionação é oral e suportada quer em apresentações computacionais quer recorrendo à escrita no quadro. Os trabalhos de laboratório são realizados por grupos com um máximo de três alunos e com o apoio do professor. As componentes teórica e prática são avaliadas por testes e/ou exames com um peso na nota final de 75%. A componente laboratorial inclui a execução de cinco trabalhos de laboratório e dos respectivos relatórios, com um peso na nota final de 25%. É exigida uma nota mínima de 9,5 valores quer na componente teórico-prática, quer na componente laboratorial.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching in this course involves three components, the theoretical component with two weekly classes in fourteen weeks, the practical component, with a weekly class and the problem solving in nine weeks throughout the semester, and the laboratory component with a weekly class in five weeks along the semester. The teaching is oral and supported by computer presentations or by using the writing on the board. The laboratory work is carried out by groups with a maximum of three students and the support of the teacher. The theoretical and practical components are assessed by tests and / or examinations with a weight in the final grade of 75%. The laboratory component includes running five laboratory work and their reports, with the final mark of 25%. A minimum score of 9.5 is required both in the theoretical and practical component as in the laboratory component.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular, nomeadamente desenvolver a capacidade de resolução de problemas de análise e síntese de circuitos simples e de verificação experimental dos principais conceitos apreendidos.

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

The teaching methods are designed so that students can develop a comprehensive understanding of the potential in this area, while ensuring compliance with the objectives of the course, notably to develop the ability to solve problem analysis and simple circuits synthesis and experimental verification of the main concepts learned.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
• The Art of Electronics
Paul Horowitz e Winfield Hill
Cambridge University Press
ISBN: 978-0521370950
1996
• Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits
Anant Agarwal e Jeffrey H. Lang
Morgan Kaufmann
ISBN: 9781558607354
2005

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
• Apresentações das aulas teóricas e apontamentos disponibilizados "on-line" pelo responsável da disciplina.

• Introdução aos Circuitos Eléctricos e Electrónicos
Manuel de Medeiros Silva
Fundação Calouste Gulbenkian
ISBN: 9789723106961
2001

• Microelectronics Circuits (Fourth Edition)
Adel S. Sedra e Kenneth C. Smith
Oxford University Press
ISBN: 9780199339136
1998

• Circuitos com Transístores Bipolares e MOS
Manuel de Medeiros Silva
Fundação Calouste Gulbenkian
ISBN: 9789723108408
2003

Mapa X - Microcontroladores

6.2.1.1. Unidade curricular:
Microcontroladores

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Horácio João Matos Fernandes (70.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
António Samuel Ávila Balula (42.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os alunos deverão ser capazes de utilizar microcontroladores (em particular PIC's) em sistemas embutidos e de instrumentação, escolher quais os periféricos (portos, timers, UART, I2C, ADC, etc..) do microcontrolador mais adequados a cada situação particular e estruturar programas, rotinas e mecanismos de interrupção de maneira a implementar o sistema desejado. Deverão ser capazes de programar toda esta estrutura na linguagem C do PIC incluindo a inserção de código máquina (assembly), assim como fazer o respectivo "debbuging". Deverão ainda ser capazes de escolher um mecanismo de comunicação M2M adequado e implementá-lo entre vários microcontroladores.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Students should be able to use microcontrollers (particularly PIC's) in embedded systems and instrumentation, choose which peripherals (ports, timers, UART, I2C, ADC, etc ..) are the most suitablefor each particular situation and code programs , routines and interrupt mechanisms in order to implement the desired system. They should be capable to program fluently in C and be able to includ in-line PIC assembly code. They must be able to choose a suitable M2M communication mechanism and implement it across multiple microcontrollers.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Introdução aos microcontroladores
2. Fundamentos teóricos da arquitetura de computador;
3. A utilização de microprocessadores em ambiente científico.
4. Conjuntos de instruções e sua utilização. Estrutura de um programa e comentários. Tempo base do programa e sua implementação com vista a sistemas de tempo real.
5. Tipos de interrupções. Utilização de temporizadores e interrupções. Tempo real e suas exigências. Cálculo de ritmo de interrupções admissível.
6. Controlo de instrumentação exterior e aquisição de dados. Uso de DMA.
7. Métodos e protocolos de comunicação de dados (síncrono, assíncrono, série, paralelo).
8. Sistemas embutidos e aplicações.
9. O projeto de sistemas com base em microcontroladores.
10. Utilização e aplicação de microcontroladores e lógica reprogramável em sistemas de instrumentação e aquisição de dados.
11. Controladores Proporcional, integral e derivativo.

6.2.1.5. Syllabus:
1. Introduction to micro-controllers
2. Theoretical foundations of computer architecture;
3. The use of microprocessors in the scientific environment.
4. (i) Sets of instructions and it's application. (ii) Program structure and comments. (iii) Time-base programs and its implementation in view of real-time systems.
5. (i) Types of interruptions. (ii) Use of timers and interrupts. (iii) Real time and its requirements. (iv) Calculation of permissible interrupts pace.
6. Instrumentation control and data acquisition. Use of DMA.
7. Data communication protocols (synchronous, asynchronous, serial, and parallel).
8. Embedded systems and its applications.
9. The design of systems-based micro-controllers.
10. Use and application of micro-controllers in instrumentation and data acquisition systems
11. PID

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos preparam os alunos para a serem capazes de seleccionarem e implementarem um

sistema capaz de controlar uma pequena experiência científica, em particular através da formação prática nas aulas de laboratório.
A base do programa baseia-se num microcontrolador suficientemente genérico para os conhecimentos adquiridos serem facilmente transpostos para uma outra qualquer arquitetura ou modelo particular.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The course contents prepare the students to be able to select and to implement a capable system to control a small scientific experiment , in particular through practical training in the laboratory classes .
Those classes are based on a generic micro-controller whereas the acquired knowledge can be easily translated into a particular architecture or any other model.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A metodologia seguida baseia-se em aulas expositivas sobre os principais sistemas dos microcontroladores numa sequência apropriada à exploração seguida em laboratório. Nos laboratórios os alunos exploram os vários periféricos duma forma organizada de moda a que no final possam automatizar uma pequena experiência científica.
O método de avaliação baseia-se em 4 mini-testes de 50 min. Incluindo questões laboratoriais contribuindo 50% para a avaliação final e cuja média terá de ser superior a 8,5 valores e realização de 4 trabalhos de laboratório, valendo os outros 50%, com forte componente de avaliação contínua. As notas superiores a 16 têm de ser defendidas com a preparação dum trabalho final baseado num projeto autónomo podendo ser desenvolvido em grupo especial criado para o efeito.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The methodology is based on lectures about micro-controller followed by practical classes on the laboratory. The students explore the various peripherals in view of an automation of a scientific experiment control and data acquisition.
The evaluation method is based on 4 tests (50%) and 4 laboratories given the remaining 50%. Notes above 16 require the development of a special project for the mark defense.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.
Os conteudos programáticos preparam os alunos para a serem capazes de seleccionarem e implementarem um sistema capaz de controlar uma pequena experiência científica, em particular através da formação prática nas aulas de laboratório.
A base do programa baseia-se num microcontrolador sufucientemente genérico para os conhecimentos adquiridos serem facilmente transpostos para uma outra qualquer arquitetura ou modelo particular.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.
The course contents prepare the students to be able to select and implementing a capable system to control a small scientific experiment , namely through practical training in the laboratory classes .
The base program is based on a generic micro-controller granting to the knowledge acquired to be easily translated into a particular architecture or any other model.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
An Embededed Software Primer, David E. Simon, 1999, Addison-Wesley Pub Co;
Design with PIC Microcontrollers, Peatman, John, 1997, Prentice Hall;
Introdução aos Sistemas Digitais e Microprocessadores, G. Arroz, J. Monteiro e A. Oliveira, 2006, IST Press
Manuais de referência da Microchip.

Mapa X - Laboratório de Complementos de Electromagnetismo e Termodinâmica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Laboratório de Complementos de Electromagnetismo e Termodinâmica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
João Luis Maia Figueirinhas (203.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se que a unidade curricular (UC) forneça ao aluno através do estudo experimental um conhecimento aprofundado sobre os sistemas Físicos estudados relevantes em Termodinâmica e Eletromagnetismo. Pretende-se que o Aluno obtenha uma compreensão detalhada das técnicas experimentais de medição usadas nas áreas em estudo com ênfase nas suas potencialidades e limitações. Pretende-se que o Aluno obtenha uma atitude crítica desenvolvida relativamente aos resultados experimentais obtidos e aos modelos usados na sua interpretação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
It is intended that this course will give the Student, through experimental studies, a in depth understanding of the Physical systems studied relevant in Thermodynamics and Electromagnetism. It is intended that the Student will acquire a detailed comprehension of the experimental measuring techniques used in the fields under study with special relevance to their potential and limitations. It is intended that the Student will acquire a critical attitude versus the experimental data obtained and the models used to interpret it.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1-Introdução ao laboratório, estudo de uma célula fotovoltaica.
2-Estudo de sistemas Termodinâmicos: Radiação do corpo negro; verificação das leis de Planck, Stefan e Wien. Compressão adiabática e isotérmica de gases. Estudo dum conversor termoelétrico com célula de Peltier. Estudo de processos termodinâmicos cíclicos usando um motor de Stirling. Medição da condutividade térmica de um metal utilizando a equação de Fourier.
3-Estudo de sistemas Eletromagnéticos: Carga e descarga do condensador num circuito RC e determinação da constante dielétrica complexa num polímero em função da frequência. Medição da indução magnética criada por bobines diversas com sonda de Hall, determinação da relação B(H) num material ferromagnético. Verificação da lei de indução de Faraday e funcionamento do transformador. Verificação das equações de Fresnel. Determinação das características elétricas de uma junção PN em função temperatura.

6.2.1.5. Syllabus:
Introduction to the laboratory, study of a photovoltaic cell
1-Study of Thermodynamic systems: -Black body radiation; verification of the laws of Planck, Stefan and Wien. -Isothermal and adiabatic compression of gases. -Study of a thermo-electric converter with a Peltier cell. -Study of cyclic processes using a Stirling engine. -Measurement of the thermal conductivity in a metal using Fourier's heat equation. 2-Study of Electromagnetic systems: -Capacitors charge/discharge in a RC circuit and measurement of the complex dielectric constant frequency dependence in a polymer. -Measurement of the magnetic induction created by diverse electromagnets with a hall probe and determination of the B(H) relation in a ferromagnetic material. -Verification of the Faraday law of induction and functioning of the transformer. -Verification of Fresnel equations. -Determination of the I-V characteristic in a PN junction as a function of temperature.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os objetivos da unidade curricular incluem o aprofundamento do conhecimento físico sobre sistemas relevantes em Termodinâmica e Eletromagnetismo através do seu estudo experimental, assim como o aprofundamento do conhecimento sobre os métodos experimentais e modelos usados nesse estudo. Para criar as condições que permitam o cumprimento desses objetivos o programa da UC inclui um conjunto de 11 experiências com reconhecida relevância, uma introdutória, 5 na área de Termodinâmica e 5 na área de Eletromagnetismo. Estas experiências, apresentadas e discutidas na aula teórica, são realizadas cada uma delas durante uma sessão de laboratório com a duração de 4h30m permitindo aos alunos um contacto intenso com o tema em estudo e a exploração detalhada do mesmo. O nível dos estudos realizados permite em geral aferir a validade dos métodos e modelos neles usados. Deste modo é promovida a criação das condições para o cumprimento dos objetivos da UC.

.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The objectives of the course include the deepening of the physical knowledge of relevant systems in Thermodynamics and Electromagnetism through their experimental study, as well as the deepening of knowledge on the experimental methods and models used in that study. In order to create the conditions that allow these objectives to be attained, the course program includes conducting a series of 11 experiments with known relevance, including an introductory one, 5 in the area of Thermodynamics and 5 in the area of Electromagnetism. These experiences, initially presented and discussed in the lecture are performed each of them during a lab session with a duration of 4h30m allowing students an intense contact with the subject being studied and the detailed exploration of it. The level of the studies generally

allows assess to the validity of the methods and models used in them. In this way it is promoted the creation of the conditions for the fulfillment of the goals of course.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A atividade letiva compreende uma aula teórica e uma sessão de laboratório semanais. Na aula teórica são expostas as experiências a realizar no laboratório, sendo introduzido o suporte teórico para cada experiência e discutidos os métodos experimentais nela usados para recolha e análise de dados. Nas sessões de laboratório os alunos agrupados em 5 grupos realizam um total de 11 trabalhos ao longo do semestre. As restantes aulas de laboratório são usadas no início do semestre para introdução ao laboratório e no final do semestre para repetição de trabalhos em falta. A avaliação de conhecimentos tem três parcelas que incluem uma componente de avaliação contínua baseada nos relatórios dos trabalhos de laboratório realizados durante o semestre com um peso de 70% nota final, a realização de um teste escrito no final do semestre com um peso de 25% nota final e a realização de 5 problemas na aula teórica ao longo do semestre com um peso de 5% nota final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The teaching activity comprises a weekly lecture and a lab session. In the lecture the experiments to be carried out in the laboratory sessions are exposed, the theoretical basis for each experiment is introduced and the experimental methods used for data collection and analysis are discussed. In the lab sessions students grouped into 5 groups carry out a total of 10 experiments throughout the semester. The remaining lab sessions are used early in the semester to introduce the laboratory and at the end of the semester for repetition of missing experiments. The assessment is composed of three parts including a continuous assessment component based on the grading of the reports of the laboratory work during the semester with a 70% weight on the final score, a written test at the end of the semester with a weight of 25% on the final score and the solution of five problems during the semester with a weight of 5% on the final score.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
As metodologias de ensino da UC incluem semanalmente uma aula teórica de 1h e uma sessão de laboratório com 4h30m. Esta estrutura permite que sejam estudados em detalhe varios sistemas relevantes em Termodinâmica e Eletromagnetismo como é objetivo da UC. A aula teórica fornece a preparação inicial para cada experiência, que em conjunto com o autoestudo dos alunos vai permitir à sessão de laboratório atingir um rendimento elevado. Este facto traduz-se em os alunos poderem em geral investigar os limites de validade dos métodos e modelos usados na determinação e análise dos dados experimentais obtidos na realização da experiência, cumprindo deste modo os objetivos da UC de serem estudados um conjunto relevante de sistemas e os métodos e modelos usados na recolha e tratamento de dados. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The course teaching methodologies include each week a 1hour lecture and a 4h30m lab session. This teaching structure allows the detailed study of several relevant systems in Thermodynamics and Electromagnetism as is the goal of the course. The weekly lecture provides an initial preparation for each experiment which together with the students' self-study allows the laboratory sessions to achieve a high yield. This high yield translates into the students being able in general to investigate the validity limits of the methods and models used in the determination and analysis of experimental data which were collected during the experiments, thereby meeting the course aims of achieving the detailed study of a relevant set of physical systems and of the methods and models used in the data recording and analysis. The teaching methodologies will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Protocolos dos trabalhos práticos de Laboratório de Complementos de Electromagnetismo e Termodinâmica, João Figueirinhas, 2014 IST (revisto anualmente). Electromagnetismo, A. B. Henriques, J.C. Romão, 2006, IST press. Fundamentos de Termodinâmica do Equilíbrio, Júlio Guémez, Carlos Fiolhais, Manuel Fiolhais, 1998, ed. Fundação Calouste Gulbenkian. Contribuição para o Desenvolvimento do ensino da Física Experimental no IST, António C. N. Ribeiro, Pedro Sebastião e Francisco Tomé , 1996 , Departamento de Física do IST.

Mapa X - Técnicas de Instrumentação Nuclear

6.2.1.1. Unidade curricular:
Técnicas de Instrumentação Nuclear

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos (100.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Obter conhecimentos e experiência de manuseamento nas diferentes técnicas de detecção e instrumentação associada de modo a obter as capacidades necessárias para sua utilização posterior e para a concepção futura de novas experiências que exigem desenvolvimento de novos detectores. Obter capacidades de desenvolvimento de detectores para aplicação em outras áreas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To obtain knowledge and experimental skill in the different detection techniques and associated instrumentation in order to acquire the necessary capacities for its subsequent use and for future design of new experiences demanding development of new detectors. To get ability on detectors development in view of the application to other areas.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Princípios da Física dos Detectores: Perda de energia por ionização e radiação; poder de travagem; alcance; difusão múltipla. Radiação sincrotrão, radiação de transição e radiação Cherenkov. Métodos de calibração de detectores. Eficiências e resoluções. Instrumentação associada e aquisição de dados: Módulos electrónicos digitais. Curva de coincidências e eventos fortuitos. Trigger e electrónica de decisão: matrizes de trigger; método CF; TDC. Técnicas de bufferização e paralelismo na aquisição de dados. Técnicas de SPECT e de PET. Aplicações à Medicina e Física Médica.

6.2.1.5. Syllabus:
Principles of Detection Physics: Energy loss by ionization and radiation; stopping power; range; multiple scattering. Synchrotron, Transition and Cherenkov radiations. Methods of detector calibration. Efficiencies and resolutions. Associated instrumentation and data acquisition: Digital electronics modules. Coincidences curve; randoms. Decision electronics: trigger matrices; CF method; TDC. Buffering and parallelization techniques in data acquisition. SPECT and PET echniques. Applications to Medicine and Medical Physics.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Esta unidade curricular tem como objetivo o aprofundamento das diferentes técnicas de detecção e instrumentação associada selecionadas de acordo com o programa de doutoramento do estudante. A organização do programa em temas possibilita plenamente a prossecução dos objetivos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
This course aims at deepening the different detection techniques and associated instrumentation according to the student's PhD program. The organization of the program in themes fully enables the achievement of the goals.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Esta disciplina tem uma componente lectiva breve, a que se segue trabalho experimental de índole técnica adequado ao perfil e objectivos de cada estudante , em que este é inserido num grupo de investigação. No final do semestre o estudante faz uma apresentação oral com discussão sobre um dos assuntos do trabalho desenvolvido.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
This course has a short teaching component, followed by an experimental technical work matching each student's profile and goals, in the frame of a research group. At the end of the semester, the student gives an oral presentation, with discussion, concerning one of the developed subjects.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Esta disciplina, dada a sua especificidade, exige um acompanhamento individual dos alunos, pelo que um seguimento tutorial se afigura como o mais adequado. A avaliação enquadra-se no contexto deste ensino.

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- ***Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments: W.R. Leo, Springer-Verlag.***
- ***Measurement and Detection of Radiation: N. Tsoulfanidis, Taylor & Francis.***

• Detectors for Particle Radiation : K. Kleinknecht, Cambridge Univ. Press.
• Trabalhos sobre PET para mamografia.

Mapa X - Métodos Experimentais em Física de Partículas

6.2.1.1. Unidade curricular:
Métodos Experimentais em Física de Partículas

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos (100.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Adquirir conhecimentos sobre temas avançados em Física Experimental de Partículas. Adquirir conhecimentos e prática sobre métodos de detecção, de análise e de simulação de dados em experiências de Física das Partículas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To acquire knowledge in advanced Experimental Particle Physics subjects. To acquire knowledge and skills concerning detection, analysis and simulation methods in Particle Physics experiments.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Estrutura do Nucleão
Difusão inelástica profunda. Eletro e neutrinoprodução. Funções de estrutura. Modelo dos quarks-partões. Regras de soma. Universalidade de q(x). Regras de contagem. Os partões em QCD. Equação de evolução. Modelo dos partões e QCD na aniquilação e+e-. Cor. Razão R. Funções de fragmentação.
Detetores em Física de Partículas
Medição de posição: câmaras proporcionais multifios, de deriva, de projeção temporal, de microstrips de silício.
Medição de tempo: PM e PM multianódicos; cintiladores e guias de luz.
Medição de velocidade: tempo de voo; detetores Cherenkov (limiar, diferenciais, anel); detetores de rad. transição.
Medição de energia: calorímetros eletromagéticos e hadrónicos. Medição de momento: magnetes deflctores-dipolo; solenoide; toroide. Espetrómetros. Associação de tipos de deteção: identificação de partículas. Métodos de calibração.
Aplicações: Exp. de Física de Partículas.

6.2.1.5. Syllabus:
Structure of the nucleon
Deep inelastic scattering. Electro-production and neutrino-production. Structure functions. Quark-parton model. Sum rules. Universality of q(x). Counting rules. Partons in Quantum ChromoDynamics. Altarelli-Parisi equation. Parton model and QCD in e+e- anihilation. Colour. R ratio. Fragmentation functions.
Particle Physics Detectors
Position measurement: multi-wire proportional, drift, time projection, silicon microstrip chambers. Time measurement: photomultipliers, multianode photomultipliers; scintillators, light guides. Speed measurement: time of flight; Cherenkov detectors: threshold, differential, ring; transition radiation detectors. Energy measurement: electromagnetic and hadronic calorimeters. Momentum measurement: deflecting magnets – dipole; solenoid, air and iron core toroid. Spectrometers, simple and double stage. Association of different detection types: particle identification.
Applications: Particle Physics experiments.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Esta unidade curricular tem como objetivo o aprofundamento dos métodos experimentais selecionados, de acordo com o programa de mestrado do estudante. A organização do programa em módulos possibilita plenamente a prossecução dos objetivos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
This course aims at deepening the selected experimental methods according to the student's master program. The program organization in modules fully enables the achievement of goals.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Esta cadeira tem uma componente lectiva clássica correspondente às matérias explicitadas, que pode ser seguida por

uma componente experimental dependente do perfil do estudante. No final do semestre cada estudante faz uma apresentação oral com discussão sobre um tema seleccionado.

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

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Dada a sua especificidade, esta cadeira exige um acompanhamento individual dos alunos, pelo que um seguimento semi-tutorial se afigura como o mais adequado. A avaliação enquadra-se no contexto deste ensino.

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

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

Mapa X - Sistemas Dinâmicos

6.2.1.1. Unidade curricular:
Sistemas Dinâmicos

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Rui Manuel Agostinho Dilão (4h)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O objectivo deste curso é introduzir a linguagem e as técnicas da teoria dos sistemas dinâmicos de dimensão finita. É estudada a teoria qualitativa das equações diferenciais ordinárias e das equações às diferenças (iteração de funções). São abordados os vários aspectos da teoria nas vertentes geométrica e computacional, onde se inclui o conceito de caos. Desenvolvem-se algumas aplicações da teoria dos sistemas dinâmicos à física, à biologia, à mecânica celeste, à teoria do controlo não linear e à economia.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The objective of this course is to introduce the language and the techniques of the theory of finite dimensional dynamical. We study the qualitative thory of ordinary differenrtial equations and of difference equations. We analyse the geometric and computational aspects of the thery including the concept of chaos. We apply the techniques of the theory of dynamical systems to physics, biology, celestial mechanics, non-linear control theory and economy.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1 Introdução aos sistemas dinâmicos (SD). 1.1 Equações diferenciais como SD. 1.2 Equações às diferenças como SD. 1.3 Classificação dos pontos fixos. 1.4 Sistemas hamiltonianos. 1.5 Métodos numéricos. 1.6 Atractores estranhos e mapas do intervalo. 1.7 As variedades estável, instável e central. 1.8 Autómatos celulares. 1.9 Aplicações do plano complexo. 2 Teoria qualitativa dos SD. 2.1 Funções de Poincaré. 2.2 O teorema de Poincaré-Bendixon. 2.3 Dinâmica na variedade central. 2.4 Bifurcações. 3 Caos. 3.1 A ferradura de Smale. 3.2 Expoentes de Liapunov e teorema de Oseledec. 4 Aplicações. 4.1 Mecânica celeste 4.2 Sistemas biológicos. 4.3 Teoria do controlo. 4.4 Sincronização.

Para o curso doutoral são acrescentadas as matérias:
5 Introdução à teoria ergódica. 5.1 Medidas Invariantes e operador de Frobenius-Perron. 5.2 Ergodicidade. 5.3 Mixing. 5.4 A hipótese ergódica de Boltzmann.

6.2.1.5. Syllabus:

1 Introduction to dynamical systems. 1.1 Differential equations as dynamical systems. 1.2 Difference equations as dynamical systems. 13 Classification of fixed points. 1.4 Hamiltonian dynamical systems. 1.5 Numerical methods. 1.6 Maps of an interval and strange attractors. 1.7 The stable, center and unstable manifolds. 1.8 Cellular automata. 1.9 Maps of the complex plane. 2 Qualitative theory of dynamical systems. 2.1 Limit sets. 2.2 Poincaré maps. 2.3 The Poincaré-Bendixon theorem. 2.4 Dynamics in the centre manifold. 2.5 Bifurcations. Chaos. 3.1 The Smale horseshoe. 3.2 Liapunov exponents and the Oseledec theorem. 4 Applications 4.1 Celestial mechanics. 4.2 Biological systems. 4.3 Control theory. 4.4 Synchronisation.

For doctoral students the following topics are added:

5 Introduction to ergodic theory. 5.1 Invariant measures and the Frobenius-Perron operator. 5.2 Ergodicity. 5.3 Mixing. 5.4 Koopmanism. 5.5 The Boltzmann ergodic hypothesis.

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

A coerência dos objectivos programáticos da unidade curricular está assegurado pelo facto de termos um curso construtivo, com o desenvolvimento de técnicas computacionais e de análise geométrica, sem se exigir um conhecimento demasiado técnico de análise. O curso está dirigido para a aplicação de técnicas de análise qualitativa aplicadas a sistemas concretos não linares da física e da biologia.

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

The program objectives are achieved through a constructive course, based on computational techniques and geometric analysis, without requiring a specialized knowldge of analysis. We emphasise the course on the applications of techniques of qualitative analysis of concrete physical and biological non-linear problems.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A cadeira tem uma componente de avaliação contínua, com séries de exercícios entregues de três em três semanas (70%), um teste individual (20%), e um trabalho com a análise de um artigo científico com uma aplicação com técnicas de sistemas dinâmicos (10%).

Os estudantes de doutoramento terão de apresentar a seminário sobre um assunto da teoria dos sistemas dinâmicos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is continuously evaluated through three groups of exercises, done every three weeks (70%), one individual examination (20%), and a short monography about a the reading of a paper on dynamical systems (10%).

The PhD must present a seminar about a theoretical topic on dynamical systems.

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

A coerência dos objectivos da avaliação da unidade curricular está assegurada pelo componente de avaliação contínua, estimulando o acompanhamento das aulas ao longo do semestre.

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

The evaluation objectives of the course unit are consistent because the continuous evaluation base of the course, stimulating the attendance to the lectures.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. Guckenheimer e P. Holmes, Nonlinear Oscillation, Dynamical systems and bifurcations of vector fields, Springer 1983.

S. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos, Perseus Books, 1994.

M. W. Hirsch, S. Smale e R. L. Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems and an Introduction to Chaos, Academic Press 2004.

R. Dilão e R. Alves-Pires, Nonlinear Dynamics in Particle Accelerators, World Scientific 1996.

B. Hasselblatt e A. Katok, A First Course in Dynamics, Cambridge University Press 2003.

J. Cascais, R. Dilão e A. Noronha da Costa, Chaos and reverse bifurcations in a RCL circuit, Phys. Lett. 93A (1983) 213-216.

R. Dilão, Anti-phase and in-phase synchronization of nonlinear oscillators: The Huygens's clocks system, Chaos, 19 (2009) 023118.

R. Dilão, Anti-phase synchronisation and ergodicity in arrays of oscillators coupled by an elastic force, European Physical Journal Special Topics, 223 (2014) 665-676.

Mapa X - Física Computacional

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física Computacional

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Fernando Barão (140.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Miguel Reis Orcinha (28.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O aluno que complete esta unidade curricular será capaz de: i) Escrever um programa de dimensão média recorrendo a uma linguagem orientada por objectos e aos seus pacotes de visualização gráfica; ii)Enunciar, implementar e resolver computacionalmente um problema físico de complexidade baixa; iii)Identificar fontes de erro em simulações numéricas; iv)Analisar e apresentar criticamente os resultados de uma simulação numérica;

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Upon sucessful completion of this academic unit, the student will be able:
To write a computer code of medium size, using an object-oriented language (C++) and its graphics packages (ROOT)
To state, to implement and to solve a physics problem of low complexity using a computer code
To identify sources of error in numerical simulations
To analyse and to critically present the results of numerical simulations

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Introdução de métodos da Física Computacional para simulação, modelização e análise numérica de sistemas físicos. Ênfase na aplicação dos conceitos à resolução de problemas em Física e Engenharia. Solução numérica de equações algébricas e equações diferenciais. Atrito e a Força de Magnus (diferentes modelos para o atrito). Dinâmica de sistemas lagrangeanos. Modelos discretos. Caos em sistemas determinísticos. Derivas de partículas carregadas. Linguagem orientada por objectos C++ e pacotes numéricos para: geração de números aleatórios e estatística, gráficos 2D e 3D, animações, e visualização de campos vectoriais.

6.2.1.5. Syllabus:
Introduction to the methods of Computational Physics to simulate, to model and to perform the numerical analysis of physical systems. Focus on the development of concepts relevant for problem solving in Physics and in Engineering. Numerical solution of algebraic and differential equations. Drag and the Magnus' force (different models for drag). Dynamics of lagrangean systems. Discrete models. Chaos in deterministic systems. Drifts of charged particles. Object oriented language (C++) and numerical packages to perform statistics and random number generation, 2D and 3D plots, movies, and visualization of vector fields.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
O programa introduz uma abordagem orientada por objectos em C++ para a resolução numérica de problemas físicos, o que corresponde aos objectivos da unidade curricular.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The program introduces an object oriented approach based on C++ to solve numerically physics problems and covers the set of numerical principles needed.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Três trabalhos ao longo do semestre (3 x 10%) e um trabalho final (projecto) (35%). O projecto é objecto de discussão oral e de apresentação em sessão pública. Exame Final (35%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Three semester projects (3 x 10%), a final project (35%) and a final exam (35%). The project is discussed with the

instructor and it is presented to the class in a public session.

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Introduction to Computer Simulation Methods: Applications to Physical, Harvey Gould, Jan Tobochnik, 2002, Addison Wesley; 2 edition ;
An Introduction to Computational Physics. Tao Pang 2010

Mapa X - Electrónica de Spin

6.2.1.1. Unidade curricular:
Electrónica de Spin

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

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

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

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

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

6.2.1.5. Syllabus:
I. Materiais ferromagnéticos. O modelo de campo médio e a temperatura de Curie. A curva de Slater Pauling. O critério de Stoner e ferromagnetismo itinerante. Modelo de banda unica /separada. Anisotropia magnetocristalina.O modelo de Stoner Wolfarth e o ciclo de histerese.
II. Materiais antiferromagnéticos. Temperatura de Néel. Acoplamento de troca e temperatura de bloqueio.
III. Transporte em metais ferromagnéticos 3d. Magnetoresistência . Acumulação de spin.

IV. Campos desmagnetizantes. Barras/ filmes magnetizados (rectangulos, elipses).
V. Armazenamento magnético de dados. O disco duro. Meios magnéticos. Cabeças indutivas de filme fino. Cabeças de leitura magnetoresistivas.
VI. Memórias magnéticas MRAM. Inversão de magnetização com linhas de corrente, termicamente, ou transferência de spin.
VII. Nano-osciladores (GHz) controlados por correntes DC-emissão de ondas de spin em nanocontactos magnéticos.

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

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

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

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Modern magnetic materials, principles and applications, Robert C O´Handley, 2000, John Wiley and Sons, 2000; Magnetoelectronics, Mark Johnson (ed), 2003, Elsevier Academic Press, 2003

Mapa X - Química

6.2.1.1. Unidade curricular:
Química

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Manuel José Estevez Prieto (126.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Maria Isabel Pimentel dos Santos Viseu (84.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A disciplina pretende dotar o aluno com a capacidade de compreensão da estrutura, propriedades e transformação dos materiais em geral. Essa capacidade assenta no conhecimento de como e porquê os átomos se combinam, formando substâncias ou materiais (Ligação Química), e de como é possível deduzir as respectivas propriedades, a partir da sua composição e estrutura (Relações Estrutura-Propriedade). Assim, a Disciplina consiste no estudo da Constituição, Propriedades e Transformação da Matéria.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The Chemistry course aims at providing the student with the capability of understanding the relations between

chemical structure and properties of materials. This capability will be based on the knowledge of how and why atoms combine to form substances (Chemical Bonding), and how the properties of these substances can be inferred from their composition and structure (Structure-Property Relationships). Thus, the course consists on the study of the Constitution, Properties and Transformation of Matter.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução - Electrões sujeitos a Condições Fronteira (2h). 2. Átomos Polielectrónicos (2h). 3. Modelo da Teoria das Orbitais Moleculares na aproximação da Combinação Linear de Orbitais Atómicas (TOM/CLOA) (3h). 4. Moléculas Poliatómicas (4h). 5. Forças Intermoleculares e Propriedades de Compostos Moleculares (2h.)6. Polímeros (3h). 7. Cristais Metálicos (3h). 8. Cristais Covalentes (1h). 9. Cristais Iónicos (3h). 10. Soluções Sólidas com Carácter Metálico, Covalente e Iónico (1h). 11. Propriedades de Materiais Simples e Compósitos (5h)
11.1. Propriedades Mecânicas de Metais, Polímeros, Cerâmicos e Materiais Compósitos: 11.2. Propriedades Eléctricas e Estrutura de Bandas de Cristais Metálicos, Covalentes e Iónicos. 12. Transformação dos Materiais (7h). 12.1. Cinética Química. 12.2. Termodinâmica Química e aplicação ao equilíbrio. 12.3. Transformação dos Metais: Electroquímica e Corrosão.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Introduction - Electrons subjected to Boundary Conditions (2h). 2. Polyelectronic Atoms (2h). 3. Molecular Orbitals Theory in the Approach of Linear Combination of Atomic Orbitals (LCAO) (3h). 4. Polyatomic Molecules (5h). 5. Intermolecular Forces and Properties of Molecular Compounds (2h). 6. Polymers (2h). 7. Metallic Crystals (3h). 8. Covalent Crystals (1h). 9. Ionic Crystals (3h). 10. Solid Solutions with Metallic, Covalent and Ionic Character (1h). 11. Properties of Simple and Composite Materials (5h). 11.1. Mechanical Properties of Metals, Polymers, Ceramics and Composite Materials. 11.2. Electrical Properties of Metals, Polymers, Ceramics and Composite Materials. 12. Transformation of Matter (7h). 12.1. Chemical Kinetics. 12.2. Chemical Thermodynamics and equilibrium applications. 12.3. Transformation of Metals: Electrochemistry and Corrosion. Batteries. 12.4. Transformation of Polymers: Thermal and Photochemical Degradation

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, os pontos dos conteúdos programáticos cobrem os assuntos necessários para dotar os alunos com os conhecimentos dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, all the syllabus points cover the subjects needed to give students the required knowledge and skills defined by the learning outcomes.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os alunos podem optar por uma das seguintes duas vias de avaliação: Via Testes (3 Testes + 1 exame de recurso), ou Via Exames (1 exame + 1 exame de recurso).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The students can choose one of two assessment routes: a) Via Tests (3 Assessment Tests + 1 second chance final exam), or b) Via Exams (1 final exam + 1 second chance final exam).

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

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Apontamentos Teóricos de Química, corpo docente, -, -; Problemas de Química , corpo docente, -, -; Guia de Laboratório de Química, corpo docente, -, -; Química, R. Chang (Trad. JJ Moura Ramos, M.N. Berberan e Santos, A. C. Fernandes, B. Saramago, Eduardo J.N. Pereira, J. F. Mano), 1994, McGraw-Hill

Mapa X - Física e Tecnologia dos Plasmas

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física e Tecnologia dos Plasmas

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Vasco Guerra (28.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Mário António Prazeres Lino da Silva (28.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
É um curso introdutório que tem como objectivo fornecer conceitos básicos sobre as propriedades dos plasmas, os mecanismos de criação, transporte e perda de partículas carregadas e a propagação de ondas electrónicas e iónicas nestes meios. Os conceitos introduzidos permitem desenvolvimentos posteriores em disciplinas mais avançadas, nas áreas da electrónica dos gases, dos plasmas quentes e da fusão termonuclear ou da física dos plasmas espaciais. Referem-se aplicações importantes nas modernas tecnologias de plasma e no estudo de plasmas naturais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
This introductory course to Plasma Physics deals with the basic properties of weakly and fully ionized plasmas, and with basic concepts and mathematical tools needed to understand such media. Single-particle motions in external electric and magnetic fields are first analysed. Then, plasma fluid theory is used to introduce basic concepts regarding particle transport, particle creation and loss, and wave propagation. The course is constructed to allow for further developments in later courses on gaseous electronics, physics of fully ionized plasmas, controlled nuclear fusion, and space physics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Plasmas na natureza. Definição de plasma. Blindagem de Debye. Efeitos colectivos.
Movimentos de partículas carregadas em campos E e B.
Equações de Maxwell e da Hidrodinâmica. Derivas fluido.
Frequência de plasma. Ondas e oscilações nos plasmas. Cortes e ressonâncias.
Difusão e mobilidade em plasmas fracamente ionizados. Modos próprios de difusão. Colisões em plasmas completamente ionizados. Resistividade de Spitzer. Descrição MHD de um fluido. Difusão em plasmas completamente ionizados.
Função de distribuição de velocidades. Equações de Boltzmann e de Vlassov. Equações da hidrodinâmica como momentos de uma equação cinética. Oscilações de plasma e amortecimento Landau.
Física Experimental de Plasmas Descrição de uma experiência, tipos de diagnóstico, sistemas de controlo e aquisição de dados.
Aplicações Telecomunicações, processamento de materiais e superfícies, electrónica de gases e fusão nuclear.

6.2.1.5. Syllabus:
Plasmas in Nature. Definition of plasma. Debye shielding. Collective effects.
Particle motions in uniform and nonuniform, stationary and time-varying E and B fields.
Maxwell's and fluid equations in plasmas. Fluid drifts.
Plasma waves and oscillations. Cutoffs and resonances.
Diffusion and mobility in weakly ionized gases. Diffusion eigenmodes. Collisions in fully ionized plasmas. Spitzer's resistivity. The single-fluid MHD equations. Diffusion in fully ionized plasmas.
The electron velocity distribution functionBoltzmann and Vlassov equations. Derivation of the fluid equations from a kinetic equation. Plasma oscillations and Landau damping.
Experimental Plasma Physics Experimental Plasma Physics device description, diagnostics types and control and data acquisition systems
Applications Telecommunications , Surface and Materials processing, Gas electronics and Nuclear Fusion.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A UC introduz o aluno aos principais tópicos e aplicações da Física e Tecnologia dos Plasmas. São fornecidas as bases teóricas e os conceitos fundamentais, passando por vários exemplos de aplicação.
A UC está estruturada de modo a que o aluno contacte e aprofunde as várias metodologias existentes para estudar Física e Tecnologia dos Plasmas, nomeadamente as descrições em termos das trajectórias das partículas individuais, de fluidos, ou a partir da teoria cinética.
São apresentados e estudados vários exemplos de aplicação, incluindo detalhes dos resultados experimentais mais relevantes e simulações numéricas.
Em sumário, os tópicos que se apresentam abrangem os principais conceitos intervenientes, quer na análise mais

fundamental, quer na vertente tecnológica, bem como as ferramentas usualmente mais aplicadas, incluindo as de índole computacional.

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

This CU introduces the main topics and applications of Plasma Physics and Technology. It presents the theortical bases and the fundamental concepts, including as well several exemples of application.
The CU is tructured as to ensure that the student is exposed, with a significant degree of detail, to the different methodologies available to study Plasma Physics and Technology, namely single particle motion, fluid approach and kinetic theory. Various examples of application are presented and studied, together with details of the most relevant experimental observations and numerical simulations.
In summary, the topics covered include the main concepts necessary both for a more fundamental understanding and for the development of technological applications, as well as the tools necessary to carry out the study, including computational ones.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC envolve um conjunto de metodologias de ensino, que tentam cobrir várias áreas de desenvolvimento pedagógico essenciais à formação de qualquer engenheiro. As aulas estão divididas entre 2h por semana de aula teórica e 2h de resolução de exercícios práticos sobre os conteúdos da UC, tendo sido desenvolvida documentação específica para o efeito. Existem ainda seminários de vários especialistas trabalhando na área, por forma a relacionar os alunos com trabalho no terreno and com os grandes projectos internacionais.
A avaliação envolve a realização de testes escritos e exame final, onde se tentam incluir problemas e excertos de situações reais que devem ser analisados à luz dos conteúdos leccionados.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This UC involves numerous teaching methodologies, trying to cover several areas of educational development crucial to the formation of any engineer. The course is divided in 2h per week of theoretical lectures and 2h of resolution of practical exercises on the contents of the UC. Specific documentation has been prepared to support this approach. In addition, there are several seminars along the semester, given by experts working in the field, so that the students can make the link with the field-work and with the large international projects.
The evaluation consists of written tests and a final examination, with problems and excerpts from real cases that should be analyzed based on the contents of the course.

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

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

MAIN BIBLIOGRAPHY
• Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion,Vol. 1: Francis F. Chen 1984 Plenum Press
• Métodos Experimentais da Física de Plasmas: Carlos Varandas e Horacio Fernandes 2002 CFN-IST
SECONDARY BIBLIOGRAPHY
• Fundamentals of plasma physics: J. A. Bittencourt 2004 Springer
• Introduction to plasma physics: R. J. Goldston e P. H. Rutherford 1995 Institute of Physics Publishing
• Introduction to plasma physics - lecture notes: Ian Hutchinson 2003 MIT openware: http://ocw.mit.edu/courses /nuclear-engineering/22-611j-introduction-to-plasma-physics-i-fall-2003/lecture-notes/
• Introduction to plasma theory: Dwight R. Nicholson 1983 John Wiley & Sons

Mapa X - Teoria de Grupos em Física

6.2.1.1. Unidade curricular:
Teoria de Grupos em Física

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
David Costa (50.40)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
José Ribeiro (5.60)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Dar aos estudantes uma introdução às noções básicas de teoria de grupos, incluindo grupos discretos e contínuos, com especial ênfase na aplicação às várias áreas da Física Moderna.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Give the students an introduction to the basic notions of group theory, with special emphasis to applications to various areas of Modern Physics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1) Conceitos Básicos. Definição de grupo. Grupos discretos e grupo continuos. Classes, subgrupos invariantes, cosets, homomorfismos e isomorfismos, factor groups. Produtos directos e semidirectos. 2) Grupos de Lie e Álgebras de Lie. Definições, propriedades. Geradores infinitesimais do grupo, exemplos. 3) Representações de Grupos de Lie e de Álgebras de Lie . Representações equivalentes, representações unitárias. Representações redutíveis e irredutíveis. Caracteres. Métodos para obter as representações irredutíveis de grupos importantes em Física. Raízes (roots), pesos (weights), diagramas de Dynkin. 4) Aplicações à Física. Grupos de rotação e de translação. Grupos em física molecular e em física do estado sólido. Grupo de Lorentz e de Poincaré. SU(n) e métodos tensoriais. SO(n), representações spinoriais. Simetrias globais e de gauge em física de partículas.

6.2.1.5. Syllabus:
1) Basic Concepts. Group definition. Discrete and continuous groups. Classes, invariant subgroups, cosets, homomorphic and isomorphic mappings, factor groups, direct and semi-direct product groups. 2) Lie groups and Lie Algebras. Definitions, properties. Infinitesimal group generators, examples. 3) Representations of Lie Groups and Lie Algebras
Equivalent representations, unitary representations. Reducible and irreducible representations. Characters. Methods for finding the irreducible representations of physically important groups. Roots, weights, Dynkin diagrams. 4) Applications to Physics. Rotation and Translation Groups. Groups in molecular physics and in solid state physics. Lorentz and Poincare group. SU(n) and tensor methods. SO(n), spinor representations. Global and gauge symmetries in particle physics.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A disciplina faz todo o sentido num mestrado em Física. Os grupos são uma fartamente útil para lidar com simetrias em Física. Desde da mecânica Clássica até à física moderna. As diferentes alíneas do programa que leccionamos corresponde aos conceitos mais importantes de teoria de grupos que os alunos devem saber que vão servir de base a cadeiras mais avançadas do mestrado e como tal são coerentes com os objectivos da unidade curricular.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The Course is the great interest for a Master in Physics.
The groups are a fundamental tool to understand symmetries in Physics. This applies not only to Classical mechanics but is also relevant to modern Physics. The different items of the program that we teach correspond to the most essential results of Group theory that the students should know in order to better follow advanced course of a Master in Physics and thus they are consistent with the objectives of the course.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Apresentação da matéria em Aulas Teóricas e resolução de problemas. Os alunos poderão optar por um exame final ou dois testes que cobrem toda a matéria leccionada.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Presentation of the material in regular Theory Classes and problem sessions. The student have the possibility to make an exam or two tests. Both evaluation cover all the subject of the course.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações. Esta cadeira é dirigida para alunos de Física e por isso é fundamental para despertar as competências necessárias para compreender em profundidade as leis de simetrias que governam muito sistemas físicos.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations. This course is for young physicists and therefore it is a fundamental course to give to the student the competences to better deal with laws of symmetries that govern many physical systems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Tung, W.K. (1985). Group Theory in Physics. World Scientific.
Cornwall, J. F. (1984). Group theory in Physics. Academic Press.
Wybourne, B. G. (1974). Classical Groups for Physicists. John Wiley & Sons.
Georgi, H. (1982). Lie-Algebras in physics. The Benjamin/Cummings Publ. Comp., Reading Mass.
Cahn, R. (1984). Semi Simple Lie Algebras And Their Representations.The Benjamin/Cummings Publ. Comp.

Mapa X - Electrónica Geral

6.2.1.1. Unidade curricular:
Electrónica Geral

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
José António Beltran Gerald (84.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Desenvolver a capacidade de resolução de problemas de análise e síntese de circuitos simples. Verificação experimental dos principais conceitos apreendidos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To develop the skill to solve problems related with analysis and sinthesis of simple electronic circuits. Experimental verification of the principal concepts.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. TRANSISTORES MOS. Estrutura; características e zonas de funcionamento; circuitos básicos. 2. AMPLIFICADORES OPERACIONAIS. Circuitos básicos. Características não ideais. 3. FILTROS ACTIVOS. Funções de Transferência; aproximações e tipos de filtros; GIC; Secção biquadrática, TIL; Secções de Sallen & Key e Rauch. 4. OSCILADORES. Princípios básicos Osc. lineares; critério de Barkhausen, estabilização de amplitude; osciladores RC-Ativos, de cristal e LC. Osc. não-lineares e de relaxação. 5. CONVERSORES DE SINAL. Conv. A/D e D/A. Definições e características. Conv. D/A: resistivos e de corrente. Conv. A/D: de processamento sequencial; de realimentação; de dupla rampa; por aproximações sucessivas; de redistribuição de carga; de processamento paralelo; "Flash". 6. CONVERSORES ELECTRÓNICOS DE POTÊNCIA. Conversor redutor, ampliador, redutor-ampliador e em ponte; Modos de condução contínua e descontínua.

6.2.1.5. Syllabus:
1. MOSFETs. Structure and Regions of operation; basic circuits. 2. OPERATIONAL AMPLIFIER. Basic circuits. Inverter and non-inverter configuration, summer, difference, Integrator, differentiator, peak detector, precision rectifiers, comparators. Non-ideal characteristics. 3. ACTIVE FILTERS. Transfer functions; GIC; filters with integrators, biquad section, Sallen and key and Rauch circuits. 4. OSCILLATORS. Basic principles. Linear oscilators; Barkhausen criterion, amplitude control, RC active, LC and crystal oscillators. Non-linear oscillators. 5. DATA CONVERTERS A/D AND D/A. Definitions and characteristics. DAC: with weight resistors and R-2R, current. ADC: feed-back type, dual slop A/D converter, charge redistribution and Flash converter 6. DC-DC POWER CONVERTERS: buck, boost and buch-boost,

bridge converter. Analysis in the continuous and discontinuous mode of operation.

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

Os objectivos da unidade curricular enquadram-se na análise e síntese de circuitos electrónicos simples com uma componente experimental adequada. Trata-se de transmitir conceitos gerais de circuitos electrónicos básicos que permitam aos alunos compreender o funcionamento geral de uma grande variedade de circuitos usados presentemente em várias tecnologias. O alargado leque de assuntos abordados no programa e a relevante componente laboratorial consubstanciam estes objectivos transmitindo os conceitos teóricos e a validação experimental necessários a uma base de conhecimento e de reflexão sobre as potencialidades, limites e riscos das tecnologias actualmente mais disseminadas.

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

The programme contents fit in the analysis and synthesis of simple electronic circuits along with a suitable experimental component. The purpose is to pass on general concepts of basic electronic circuits, which may allow the students to understand the general functioning of large variety of presently used circuits in several technologies. The diversified matters included in the syllabus and the relevant laboratory work make these goals come truth by transmitting the theoretical concepts and the experimental validation needed for a knowledge and reflection base concerning the potentialities, limits and risks of the most common used technologies today.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A matéria é ministrada mediante uma combinação de aulas teóricas (3h semanais), aulas práticas de problemas que ilustram a matéria teórica (em média 1,3h por semana) e ainda aulas laboratoriais (em média 1,7h por semana). As aulas teóricas são essencialmente expositivas e apoiadas em apresentações informatizadas. Nestas aulas são ministrados os fundamentos teóricos dos modelos e usados exemplos de aplicação para ajudar à compreensão da matéria e evidenciar as potencialidades e limitações dos métodos. Nas aulas práticas os alunos resolvem problemas concretos e frequentes. Há também exemplos de problemas a resolver através do sistema Fénix.
Os alunos são avaliados pelos resultados obtidos na componente laboratorial (3 relatórios – 30% da nota final) e na componente teórica (1 exame + 1 exame de recurso – 70% da nota final).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Contents are taught through a combination of theoretical classes (3h per week), problem-solving classes exemplifying theoretical contents (1.3h per week on average) and also laboratory classes (1.7h per week on average). Theoretical classes are primarily expositive and supported by computer presentations. In these classes the theoretical foundations of the models are presented and application examples are often used to help the subjects' acquisition and understanding and to enhance the potentialities and limitations of the methods. In the practical classes the students solve specific and usual problems. There are also examples of problems to be solved through the Fénix system.
The students are evaluated by means of their results in the laboratory component (3 reports – 30% of the final grade) and in the theoretical component (1 exam + 1 make-up exam – 70% of the final grade).

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

A estrutura de aulas e os métodos de avaliação permitem que os alunos possam apreender um conhecimento abrangente das realidades tecnológicas da electrónica actual, permitindo desta forma a concretização dos objectivos da unidade curricular. É de salientar a importância da validação experimental da matéria ministrada, não só pelo reforço em si mesmo dos assuntos expostos mas também pela experiência prática adquirida dos problemas inerentes a procedimentos experimentais. A avaliação desta componente experimental complementa a avaliação individual teórica de cada aluno.

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

The classes' frame and the evaluation methods allow the students to develop wide-ranging knowledge of the present electronics' technologies thus ensuring the compliance of the course unit objectives. To note the importance of the experimental validation of the taught subjects, not only because it reinforces these subjects acquisition, but also because it allows the acquisition of experimental knowledge regarding laboratory experiments. This experimental component evaluation is a relevant complement of the theoretical and individual evaluation.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

AFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
Microelectronic Circuits, 5ª Edição

Sedra/Smith
Saunders College Publishing
2004
ISBN 0-19-514252-7

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
• Circuitos com Transistores Bipolares e MOS - 5ª edição
Manuel de Medeiros Silva
Fundação Calouste Gulbenkian
2003
ISBN 9789723108408
• Introdução aos Circuitos Eléctricos e Electrónicos 2ª Edição
Manuel de Medeiros Silva
Fundação Calouste Gulbenkian
2001
ISBN 9789723106961
• Discrete-Time Signal Processing, 3/E
Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer
Prentice Hall
2010
ISBN-13: 978-0131988422

Mapa X - Física da Matéria Condensada

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física da Matéria Condensada

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Pedro Sacramento (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Continuação dos estudos da disciplina de Física do Estado Sólido, e apresentação de alguns tópicos em que as interacções entre os electrões, e electrões e vibrações da rede cristalina são importantes e conduzem, em particular, a fenómenos colectivos como magnetismo e supercondutividade.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Continuation of the studies carried out in the course on Solid State Physics and presentation of some topics where interactions between electrons and electrons and the vibrations of the lattice are important and lead, in particular, to collective phenomena such as magnetism and superconductivity.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Segunda quantização
Líquidos de Fermi e de Bose. Superfluidez.
Aproximação de Hartree-Fock e aproximação de campo médio.
2. Electromagnetismo e Física do Estado Sólido
2.1 Susceptibilidades e teoria da resposta linear. Relações de Kramers-Kronig.
2.2 Função de Lindhardt
2.3 Plasmões
2.4 Efeito de blindagem. Instabilidade de Peierls. Aproximação de Thomas-Fermi. Blindagem e fonões.
2.5 Polaritões e polarões
2.6 Processos ópticos. Coeficientes de absorção e de reflexão. Excitões de Mott-Wannier e de Frenkel.
2.7 Processos de transporte. Condutividade e fórmula de Kubo.
3. Sistemas ordenados magnéticos
3.1 Interação de Heisenberg. Teorema de Wigner e Teorema de Lieb, Mattis.
3.2 Ferromagnetismo em isolantes

3.3 Ferrimagnetismo e anti-ferromagnetismo em isolantes
3.4 Magnetismo itinerante
4 Supercondutividade

6.2.1.5. Syllabus:

I. Second quantization
Fermi liquid. Bose liquid. Superfluidity.
Hartree-Fock approximation and mean-field approximation.
II. Electromagnetism and Solid State Physics
II.1 Susceptibilities and linear response theory. Kramers-Kronig relations.
II.2 Lindhardt function
II.3 Plasmons.
II.4 Screening. Peierls instability.
Thomas-Fermi approximation. Screening and phonons.
II.5 Polaritons e polarons
II.6 Optical processes. Absorption and reflexion coefficients.
Mott-Wannier and Frenkel excitons.
II.7 Transport processes.
Conductivity and Kubo formula.

III. Magnetic ordered systems
III.1 Heisenberg interaction.
Wigner's theorem and Lieb, Mattis theorem.
III.2 Ferromagnetism in insulators
III.3 Ferrimagnetism and anti-ferromagnetism in insulators
III.4 Itinerant magnetism

IV Superconductivity

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos da física da matéria condensada nos contextos das propriedades electromagnéticas e do aparecimento de fases ordenadas como fases magnéticas e supercondutoras. O conteúdo apoia-se nos conhecimentos adquiridos pelos alunos em disciplinas anteriores e permite aplicá-los e expandi-los no contexto dos novos assuntos apresentados nesta disciplina.

São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos e dos modelos teóricos, quer a resolução de exercícios, quer o contacto a nível introdutório com assuntos ligados à investigação científica.

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

The contents of the course cover the main topics and the theoretical and practical applications of condensed matter physics in the context of the electromagnetic properties and the appearance of ordered phases, such as magnetic and superconducting phases. The contents finds support on knowledge aquired by the students in previous courses and allows to apply and expand them in the context of the new subjects discussed in this course.

The theoretical basis, the main concepts and examples of application are supplied to the students, and is expected of them the study of the concepts and the theoretical models, the resolution of exercises and to establish contact at an introductory level with themes associated with scientific research.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino baseia-se na apresentação dos assuntos em aulas teóricas com a duração de 2 horas, duas vezes por semana intercalada com a resolução de alguns problemas. A aprendizagem dos assuntos é complementada com a resolução, por parte dos alunos, de séries de problemas. Os alunos resolvem um problema por semana que é usado como avaliação e, organizando-se em grupos de dois alunos, fazem uma apresentação oral de 30 minutos no fim do semestre sobre um assunto de matéria condensada de interesse actual. Existem dois testes e/ou exames para além da avaliação contínua. Normalmente, numa das aulas é apresentado um seminário por um colega do departamento sobre assuntos relacionados.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching process is based on the existence of theory classes with the duration of 2 hours, twice a week, intercalated with the resolution of some problems. The students complement their learning process solving sets of problems. There is a weekly homework assignment that is part of the evaluation and they organize themselves in groups of two to present a 30 minute talk on a subject of current interest in condensed matter physivs. There are two

tests and/or final exams in addition to the weekly evaluation. Usually in one of the classes a colleague from the department gives a seminar on related subjects.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino apoia-se na discussão detalhada das ideias e métodos necessários para a compreensão dos assuntos, apoiada pela resolução de exercícios e contacto com assuntos de interesse do ponto de vista da investigação científica. Procura-se que os alunos se tornem independentes e usam-se linguagem e métodos o mais próximo possível dos usados na literatura científica. Estimula-se também a capacidade crítica e de síntese com a apresentação oral e discussão de um assunto actual, exigindo-se que os alunos assistam e participem na discussão dos vários trabalhos apresentados pelos colegas.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodology finds support on the detailed discussion of the ideas and methods needed for the understanding of the various subjects, complemented by the resolution of problems and contact with topics of current interest from the scientific research point of view. It is intended that the students may become independent and we use both language and methods as close as possible to those used in the scientific literature. The critical and synthesis skills of the students are also stimulated by their oral presentation of a current topic, demanding that the students attend and participate in the discussion of the various presentations of their colleagues.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Introduction to Solid State Physics., Charles Kittel, 1986, 0-471-87474-4; Quantum Theory of Solids., Charles Kittel, 1963, 0 471 49025 3

Mapa X - Laboratório de Oscilações e Ondas

6.2.1.1. Unidade curricular:
Laboratório de Oscilações e Ondas

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Pedro José Oliveira Sebastião (203.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Reinhard Horst Schwarz (63.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Aprofundar a capacidade de compreensão dos métodos experimentais no campo de fenómenos oscilatórios e ondulatórios de natureza física distinta. Adquirir noções claras sobre fenómenos de diferente natureza física mas intrinsecamente semelhantes. Pretende-se estimular a análise crítica e o rigor no tratamento de dados experimentais e também analizar os resultados de uma experiência só explicável à luz da mecânica relativista.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To develop skills on the application of experimental methods in the fields of waves and oscillation phenomena. To clarify concepts related to different physical phenomena with similar formalism. To stimulate a rigourous and critical data analysis of experimental results and to analyse the results of proton collisions in a bubble chamber on the basis of special relativity.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Realização de um conjunto de experiências e análise quantitativa dos resultados com o ajuste de modelos aos resultados experimentais utilizando o método do mínimos quadrados. 1) Fenómenos oscilatórios: Estudo dos movimentos oscilatórios livres e forçados num sistema massa mola; Estudo das oscilações de um galvanómetro de quadro móvel; Estudo dos diferentes regimes de oscilação num circuito RLC. Regimes livre e forçado. Ressonância; Determinação da constante de gravitação universal G. Exp. de Cavendish; 2) Fenómenos ondulatórios: Propagação das ondas sonoras num tubo. Ondas estacionárias. Velocidade do som em função de T; Análise de sons emitidos por instrumentos musicais e de outros sinais periódicos. Transformada rápida de Fourier. Estudo das leis das cordas vibrantes; Difração da luz. Difração de micro-ondas. Difração de electrões. 3) Mecânica Relativista. Análise de fotografias de colisões entre protões obtidas em câmaras de bolhas.

6.2.1.5. Syllabus:
Performing of physics experiments and quantitative data analysis using the least-squares minimization method to fit

theorectical models to the experimental results. 1- Oscillations: Oscillations of a mass-spring system. Resonance; Study of the coil's oscillations in a galvanometer. Oscillating and aperiodic regimes. The friction coefficients of the air and electromagnetic; Study of oscillation modes in a RLC circuit. Resonance; Cavendish's experiment. 2- Wave phenomena: Study of sound waves propagation in a tube. Steady wave analysis. Determination of the variation of the sound's speed with T; Analysis of the sound produced by different musical instruments and other periodic signals using fast Fourier transform. Study of the vibrating string laws; Light diffraction. Microwave diffraction by a double slit and by a model of a crystal. Diffraction of electrons. 3. Relativistic Mechanics. Analysis of photographs of proton collisions in a bubble chamber. Elastic and inelastic collisions.

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

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular (UC) de física experimental (FE), permitem a aquisição e aprofundamento da capacidade de compreensão e utilização dos métodos experimentais no campo dos fenómenos oscilatórios e ondulatórios de natureza física distinta mas intrinsecamente semelhantes. Os alunos poderão revisitar e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação no MEFT e fomentar a aprendizagem através de atividades de pesquisa autónoma. Os tópicos abrangem os principais conceitos intervenientes na UC, quer os relacionados com os métodos experimentais, quer com os métodos de análise de resultados, com ênfase particular no ajuste de modelos físicos aos resultados experimentais pelo método dos mínimos quadrados, com recurso a ferramentas computacionais. Proporcionam um conjunto de informação e formação coerente e integrado no conjunto das unidades curriculares da área da FE no MEFT.

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

The syllabus of this curricular unit (CU) of experimental physics (EF) allow for the deepening and/or acquisition of the ability to understand and use different experimental methods for the study of distinct oscillatory and wave phenomena with intrinsic similar nature. The students are invited to remember previous knowledge on the subjects and to learn new skills useful for their training in Physics Engineering and promote the self-learning through autonomous research activity.

The topics cover the main concepts of the CU, not only those related to the experimental methods, but also those related with data treatment and analysis including the model fitting to experimental results, using the least-squares minimization method and computational tools. Therefore, the topics form a formative training set well connected and integrated within MEFT EF CUs.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Realização de experiências de oscilações e ondas, contribuindo para a exigência de rigor na utilização dos métodos experimentais e nas medidas, com referência à eliminação de erros sistemáticos e à verificação da calibração dos equipamentos de medida. Utilização de equipamentos diversos. Tratamento e análise de dados com recurso ao ajuste de funções (modelos físicos) aos resultados experimentais.
Fenómenos oscilatórios: Oscilações mecânicas lineares; Oscilações numa balança de torção com atrito puramente mecânico (Exp. de Cavendish); Oscilações do quadro móvel de um galvanómetro; Oscilações num circuito RLC.
Fenómenos ondulatórios: Ondas sonoras num tubo. Ondas estacionárias; Cordas vibrantes. Análise de Fourier; Interferência e Difração.
Choques de protões. Mecânica Relativista
Avaliação contínua do desempenho no laboratório (20%) e avaliação dos relatórios dos trabalhoss (80%). Teste final (20%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Performing of physics experiments related with oscillation and wave phenomena, contribution to strengthen students' rigorous use of experimental methods, measuring procedures, with reference to the elimination of systematic errors, calibration of instruments. Use of different equipment. Data analysis with model fitting to experimental results using the least-squares method
Oscillations: Mass-spring system. Resonance; Study of the coil's oscillations in a galvanometer. Air and electromagnetic friction; Study of a RLC circuit. Resonance; Cavendish's experiment.
Wave phenomena: Study of sound waves. Steady wave analysis. Sound's speed with T; Sound wave signals and other periodic signal analysis. Fourier transform; Interference and diffraction: light, microwaves, and electrons.
Relativistic Mechanics. Elastic and ineslastic proton collisions.
Continuous evaluation: experimental skills and performance in the laboratory (20%) written reports (80%). Final test (20%)

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular, nomeadamente no que diz respeito ao rigor e espírito crítico nos processos de medida e obtenção de resultados experimentais, estimativa das incertezas experimentais, e rigor na análise de resultados com recurso ao

ajuste dos modelos físicos aos resultados experimentais pelo método dos mínimos quadrados. Assim considera-se essencial a realização de diferentes trabalhos de laboratórios de natureza física destinta mas intrinsecamente semelhante que permitam a confrontação de modelos físicos teóricos com resultados experimentais em experiências modelo em condições controladas mas com relação próxima com situações físicas reais e complexas nesta área.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methods aim at an increase of the students' knowledge about experimental physics, making sure that they contribute to achieve the syllabus objectives taking into account, in particular, the need to improve the rigorous and critical approach to the measurement and data acquisition processes, uncertainties' estimates, rigorous treatment of experimental data including the model fitting using the least-squares minimization method. It is thus considered essential that students perform distinct physics experiments sharing the same intrinsic nature allowing for the test of different theoretical models in the interpretation of the experimental results obtained under controlled conditions in the laboratory but with clear similarities with real complex conditions.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
"Laboratório de Mecânica Oscilações e Ondas- Guias dos trabalhos" – Adaptação de textos originais de António C. Ribeiro, Pedro José Sebastião, João L. Figueirinhas, Isabel Cabaço, Ed. Pedro José Sebastião, Departamento de Física do IST, 2015 (revisto anualmente).

Contribuição para o Desenvimento do ensino da Física Experimental no IST: A.C. Ribeiro, Pedro Sebastião e Francisco Tomé 2000 Edição da AEIST
Textos de Apoio de Física Experimental II. 1- Oscilações e Ondas: A.C. Ribeiro e J.L. Figueirinhas 1996 Edição dos autores
Introdução à Física: J. Dias de Deus, M. Pimenta, A. Noronha, T. Peña e P. Brogueira 2000 McGraw-Hill
"The Art of Model Fitting to Experimental Results", Pedro J.Sebastião, Eur. J. Phys. 35 (2014) 015017
"Measurements and Their Uncertainties. A Pratical Guide to Modern Error Analysis", Ifan G. Huges, Thomas P.A. Hase, Oxford University Press, 2010

Mapa X - Nanotecnologias e Nanoelectrónica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Nanotecnologias e Nanoelectrónica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas (56.00)

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

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

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

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1-Materiais semicondutores (3D): diodo e transistor. Integração industrial de CMOS.
2-Tecnologias após-CMOS: semicondutores 2D e 1D.
3-Eletrónica orgânica e cristais líquidos: materiais, funcionamento e tecnologia.
4-Materiais magnéticos. Ferromagnetismo. Ressonância magnética (RMN). Filmes finos e heteroestruturas.
5-Dispositivos magnéticos: disco duro, MRAM, sensores. Minimização de energia.
6-Manipulação de nanopartículas c/ campos elétricos e/ou magnéticos. Equações movimento em microcanais.
7-A Nanotecnologia e plataformas integradas com deteção ótica (Foto Diodos), mecânica (MEMS), magnetoresistiva,

elétrica (transístores). Eletrónica integrada (CMOS).
8-Neuroeletrónica. Transmissão de informação no neurónio. Potencial de ação. Eletrodos para implantes transcraneanos. Dispositivos memresistivos e computação neuromórfica.
9-Visita à sala limpa do INESC MN. Demonstração de processos de micro e nano fabricação.

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

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

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The contents are required in the context of the course for students to develop skills relevant to the curriculum objectives set.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
1-Série de problemas (6 a 7) incidindo na sua maior parte sobre plataformas integradas utilizando vários dos dispositivos estudados na disciplina. (40%).
2-Teste de avaliação (40%)
3-Realização de uma apresentação oral por grupo (30 min) e sua discussão, sobre um tema relacionado com as áreas apresentadas. As apresentações são públicas trazendo alunos de outras áreas.(20%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
1-Series of homeworks (6 to 7), some aiming at the engineering of biomolecular recognition platforms using several of the nanoelectronic devices covered in the course. (40%).
2- Test (40%).
3- Public seminar presentation by groups of 2 students on topics related with innovation aspects in the areas covered in the course. (20%)

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Principal
- ***Título :Nanoelectronics and Information Technology***
- ***Autor(es):Rainer Waser (Ed)***
- ***Ano:2003***
- ***Referencia:Wiley-VCH***

Secundaria
- ***Título : Theory of Magnetic Recording***
- ***Autor(es):N. Bertram***
- ***Ano:1994***

• Referencia: Cambridge University Press
Secundaria
• Título : Magnetoelectronics
• Autor(es):Mark Johnson (Ed)
• Ano:2004
• Referencia: Elsevier Acad. Press.
Secundaria
• Título : Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials
• Autor(es): Helmut Kronmuller and Stuart Parkin (Ed)
• Ano:2007
• Referencia: John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-02217-7.

Mapa X - Biofísica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Biofísica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta cadeira tem como objectivo dar uma perspectiva inicial da interface da Física e Engenharia com a Biologia e Medicina. São abordados aspectos estruturais e de funcionamento dos organismos, que vão desde a biofísica celular (movimento, excitação e processos oscilatórios) até à Biofísica dos sistemas celulares especializados e órgãos. Faz-se também referência a alguns dos equipamentos mais importantes, da área da Física e Engenharia, com impacto em Medicina.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The objective of this course is giving a first insight of the interface area between Physics/Engineering and Biology/Medicine. Structural and functional issues of the living organism from cell biophysics (movement, excitation, oscillations) to the biophysics of specialized cells and organs (vision, heart, central nervous system) are covered. Some of the most important Physics/Engineering equipment relevant for Medicine applications are also covered.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1.Arquitectura celular e biomembranas: estruturas membranares; dinâmica; propriedades mecânicas das membranas celulares; difusão;
2.Biofísica molecular: Motores moleculares e modelos de operação; transporte, "zippers", rotores, canais iónicos, transporte intracelular;
3.Imagem e bio-espectroscopia: métodos de clássicos (TEM, SEM, AFM, Raman, IR, confocal); novas abordagens com super-resolução espacial (manométrica) e temporal (microsegundo), i.e., confinamento 3D e interferometria por laser; microscopia de fluorescência de moléculas singulares; "stimulated emission depletion" (STED), microscopia com feixes de iões.
4.Biofísica celular: Mecanismos e modelos de excitação, movimento, condução nervosa, oscilações.
5.Biofísica de sistemas (óptica, bio-acústica, electrofisiologia e electromagnetismo): visão, coração; sistema nervoso central.
6.Radiação electromagnética: efeitos; técnicas de diagnóstico e terapia

6.2.1.5. Syllabus:
1.Cell architecture and biomembranes: membrane structures; dynamics and mechanical properties; diffusion
2.Molecular biophysics: molecular motors and models of operation; cargo transport; zippers; rotors; ionic channels; intracellular transport
3.imaging and biospectroscopy: Classical methods (TEM, SEM, AFM, Raman, IR, confocal); super-resolution - spatial (nanometer) and temporal (microsecond),- 3D laser traps and laser interferometry; single-molecule fluorescence microscopy, stimulated emission depletion (STED); microscopy with ion beams
4.Cellular Biophysics: mechanisms and models of cell excitation, movement, nervous conduction (action potential), oscillations
5.Biophysics of specialized systems (optics, bio-acoustics, electrophysiology, electromagnetism): vision, heart; central nervous system

6.Electromagnetic radiation: effects, diagnostic and therapy

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

Os conteúdos programáticos da UC abrangem os principais tópicos em Biofísica, permitindo ao aluno adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica, rever e aprofundar conhecimentos antecedentes em Física por forma a aplicá-los no estudo de processos biológicos, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de actividades de pesquisa autónoma.

São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos e dos modelos teóricos, quer a resolução de exercícios de interpretação e aplicação em ambiente de simulação.
Os tópicos que se apresentam pretendem dar uma visão moderna dos sistemas biológicos vistos da perspectiva da Física e quantificados através das ferramentas analíticas da física. Proporcionam, assim, um todo contínuo de informação, abrindo ainda perspectivas de investigação.

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

The UC covers the most relevant topics in Biophysics allowing students to acquire additional knowledge in life sciences domains, review and deepen background knowledge in Physics and endow autonomous research skills to assist their training in Physics and Technological Engineering.
The UC provides theoretical basis, concepts, and examples of application to study analytical models, to solve and interpret problems, and to develop tools in simulation environment.
This course provides a modern view of molecular and cellular biology as seen from the perspective of physics, and quantified through the analytical tools of physics. In the overall the UC provides a dynamic information flow and enable the development of research activities.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Compreendem trabalho individual e em grupo, organizando-se da seguinte forma:
- Aulas teóricas
- Casos de estudo/Seminários: apresentação oral de artigos científicos abordando as várias temáticas da UC. Os alunos são avaliados pelas competências demonstradas na avaliação do tema e sua análise crítica e pela aptidão em promoverem a discussão do tema entre os colegas. Os alunos são também avaliados como arguentes.
- Exercícios práticos individuais: resolução de problemas relacionados com o conteúdo da UC
- Projecto final: monografia sobre um tema actual em Biofísica em áreas com elevado impacto científico, aplicação prática, desenvolvimento tecnológico relevante. A avaliação terá em conta a originalidade, análise critica, perspectivas futuras e qualidade da pesquisa bibliográfica.
- Seminários com recurso a convidados exteriores à UC, para aprofundamento de temas e reflexão sobre exemplos relevantes nas matérias leccionadas.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The UC involve different teaching methodologies enabling both individual and group work, such as:
- Theoretical classes
- Case studies/seminars: oral presentation of scientific papers covering the different UC topics. Students are assessed by skills developed on the topic comprehension and critical analysis, and by the capacity to promote discussion among their colleagues. Students are also evaluated as examiners;
Individual practical exercises: exercise solving related to the UC topics explained;
- Final project: State of the art report on a biophysics-related research topic highlighting relevant applications of high impact or the advances needed in the field. Evaluation will assess originality, critical analysis, future prospects visioned for the especif thematic and quality of bibliographic research;
- Seminars of invited experts to deepen knowledge and promote discussion on relevant examples or applications related to the topics of the UC.

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

Compreende trabalho individual e em grupo, organizando-se da seguinte forma:
- Aulas teóricas
- Casos de estudo/Seminários: apresentação oral de artigos científicos abordando as várias temáticas da UC. Os alunos são avaliados pelas competências demonstradas na avaliação do tema e sua análise crítica e pela aptidão em promoverem a discussão do tema entre os colegas. Os alunos são também avaliados como arguentes.
- Exercícios práticos individuais: resolução de problemas relacionados com o conteúdo da UC
- Projecto final: monografia sobre um tema actual em Biofísica em áreas com elevado impacto científico, aplicação prática, desenvolvimento tecnológico relevante. A avaliação terá em conta a originalidade, análise critica, perspectivas futuras e qualidade da pesquisa bibliográfica.
- Seminários com recurso a convidados exteriores à UC, para aprofundamento de temas e reflexão sobre exemplos relevantes nas matérias leccionadas.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Considering that the UC objectives consist of integrating knowledge from different scientific domains, the teaching methodologies are focused on the comprehension and critical analysis of complex systems as biological system. The methodologies include:
-Case studies/Seminars: allow students to understand the syllabus and how concepts and methodologies are applied, develop communication capacities on complex topics identify the biologic problem, interpret and criticize methodologies and models;
Individual practical exercises: to train skills and to assess their capacity of directly applying acquired knowledge to solve specific problems and interpret examples;
-Final project: stimulate the comprehension of translational scientific areas and estimate the impact in science or in quality of life or in diagnostic, therapy, etc, and advances needed in the field.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Handbook of Physics in Medicine and Biology: Robert Splinter, 2010, CRC Press, Taylor & Francis (isbn 978-1-4200-7532-3)
Introduction to molecular biophysics, J.A. Tuszynnki, M. Kurzynski, CRS Series on Pure and Applied Physics, 2003, CRC Press (Taylor & Francis, Boca Raton)
Stochastic processes in cell biology, Paul C. Bressloff, 2014, Springer (ISBN 978-3-319-08488-6)
Biophysics, An introduction: Rodney Cotterill 2008 Chichester: John Wiley & Sons Inc. (isbn 13 978-0-471-48538-4)
Molecular Cell Biology: H.Lodish, A. Berk, C.A. Kaiser, M. Krieger, A. Bretscher, H. Ploegh, A. Amon, M.P. Scott 2000 4th Edition, New York: W.H. Freeman
Physics in Biology and Medicine: Paul Davidovits 2001 2nd Edition, Hardcourt: Academic Press (isbn 0-12-204840-7)

Mapa X - Gestão de Ciência e Tecnologia

6.2.1.1. Unidade curricular:
Gestão de Ciência e Tecnologia

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Bruno Gonçalves (56.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Bruno Miguel Soares Gonçalves
A disciplina teve uma carga lectiva de 4 horas semanais. As aulas foram intercaladas entre aulas teóricas, aplicações práticas e apresentações de directores de empresas e/ou investigadores, sobre tópicos de projectos e empreendedorismo

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta disciplina visa o ensino dos conceitos fundamentais de gestão da Ciência e Tecnologia e a descrição da organização portuguesa e internacional de Ciência e Tecnologia e metodologias de gestão de projectos e empreendedorismo.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
This curricular unit aims at teaching the fundaments of management of science and technology and the description of the organization of science and technology at national and international level and methodologies for project and entrepeneurship management.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
A UC tem como objectivo fornecer aos alunos a competências interdisciplinares normalmente necessárias para o processo de inovação num ambiente científico ou de empreendedorismo. Utiliza um paradigma educativo experimental, onde os alunos são levados a vivenciar a experiencia de propor e planear um projecto ou uma ideia de produto concretizando uma proposta de financiamento
1.Introdução à Ciência, Tecnologia e Inovação e principais indicadores
2.Organização das actividades de I&D
3.Projecto de I&D
4.Elaboração do Orçamento de um projecto
5.Preparação de propostas de projectos 6. Elaboração de requisitos e especificações em projecto
7.Fundamentos de gestão de projectos
8.Documentos de gestão
9.Plano de desenvolvimento estratégico

10.Acordos de colaboração e resultados
11.Transferência de tecnologia
12.Start-ups
13.Empreendedorismo
14.Case Studies
15.Inovação
16.Start-ups e transferência de tecnologia

6.2.1.5. Syllabus:

The curricular unit has as objective to provide the students with interdisciplinary competencies d necessary to the innovation process on a scientific or entrepreneurial environment. The curricular unit uses an experimental approach where the students are invited to propose and plan a project or an idea for a product through the concretization of a funding proposal.
1. Introduction to Science, Technology and Innovation and main indicators
2. Organization of R&D activities
3. R&D projects
4. R&D projects budgeting
5. R&D projects proposal elaboration
6. Project Requirement specification
7. Project management fundaments
8. Project Management
9. Document Management
10. Strategic Development Plan
11. Cooperation agreements and scientific output
12. Technology transfer
13. Start-ups
14. Case studies
15. Innovation
16. Start-ups and Technology transfer

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

Os alunos tomam conhecimento da organização da ciencia e tecnologia e métodos de gestão de projectos através de vários exemplos practicos. A aprendizagem é complementada com a participação de directores de empresa de base tecnológica e outros docentes sobre empreendedorismo ou sobre elaboração e gestão de propostas cientificas (e.g. Euroepan Research Council proposals). O trabalho practico incide na elaboração duma proposta. Os alunos são convidados a gerirem a elaboração da proposta de acordo com a metodologia de gestão de projectos aprendida.

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

The students get acquainted with several methods for organization of science and technology activites and project management methodologies through practical examples. The learning process is complemented with the participation of CEOs from technological base companies and IST teachers to speak about entrepeneurship and start-ups or about preparing scientific proposals (e.g Euroepan Research Council proposals). The work assignement is focused on the eleaboration of a scieintific project proposal or a business plan for a new pr,oduct. The students are invited to manage the elaboration of the proposal following the project management methodologies learned.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Aulas teóricas sobre os conceitos
- Exemplos practicos de aplicação dos conceitos em projectos reais
-Palestras convidadas sobre tópicos relacionados com empreendedorismo, start-ups e elaboração de propostas de projectos
Avaliação:
- Elaboração duma proposta de projecto seguindo a metodologia de gestão de projectos (40%)
- Apresentação oral da proposta de projecto (20%)
- Exame escrito(40%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

- Lectures about the main topics
- Practical exemples of application on real projects
- invited lectures about topics elated to entrepeneurshipm statups and elaboration of Project proposals

Evaluation:
- Elaboration of a Project proposal. The work on the proposal should be treated as a Project and Project management methodologies should be applied. (40%)

- Ptich of the Project (20%)
- Written examination (40%)

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conceitos são complementados com exemplos practicos de projectos reais para consolidar a aprendizagem
As palestras convidadas permitem contrastar os vários conceitos com as diferentes perspectivas dos convidados
O trabalho de grupo focado numa proposta incentiva a compreensão das metodologias de gestão de projectos e da apresentação duma proposta de financiamento
A apresentação oral do trabalho obriga os alunos a defenderem a sua ideia simulando a apresentação perante financiadores

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The ideias are complemented with examples from real projects for consolidation of knowledge
The invited lectures allow to compare different views and perspectives on the same topics
The work assignement is focused on the comprehension of the methodologies for project management and on the preparation of a proposal for funding
The pitch forces the students to defend thir project simulating a picth to investors

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Os slides ds aulas são a principal fonte bibliografica
Estes são complementados com varias propostas de projeco e outros documentos de apoio relacionados com a gestão de ciência e tecnologia
Em cada aula são indicadas várias fontes bilbiograficas que podpem complementar as conceitos apresentados e discutidos

Para o topico de empreendorismo sao seguidos dois livros
-Business model generation, Alexander Osterwalder and Yves Pigneur, John Willey and Sons, 2010
-Value proposition design, Alexander Osterwalder et al., John Willey and Sons, 2014

Mapa X - Cálculo Diferencial e Integral II

6.2.1.1. Unidade curricular:
Cálculo Diferencial e Integral II

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Pedro Henriques (0.00), Pedro F. dos Santos (119.00), Luís Magalhães (56.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Ricardo Coutinho Pereira dos Santos (105.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Domínio do cálculo diferencial e integral de funções de mais de uma variável real, incluindo os teoremas fundamentais do cálculo. Aplicações à Física.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Knowledge of differential and integral calculus of several real variable functions, including the basic theorems of calculus. Applications in Physics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Estrutura algébrica e topológica de R^n. Funções de R^n em R^m: limite e continuidade. Diferenciabilidade. Derivadas parciais. Derivada da função composta. Teorema de Taylor em R^n e aplicação ao estudo de extremos. Teoremas da função inversa e da função implícita. Extremos condicionados. Integrais múltiplos: Teorema de Fubini, Teorema de mudança de variáveis, aplicações ao cálculo de grandezas físicas. Integrais de linha: Integrais de campos escalares e campos vectoriais; Teorema Fundamental do Cálculo para integrais de linha, campos gradientes e potenciais escalares; Teorema de Green. Integrais de superfície: Integrais de campos escalares e fluxos de campos vectoriais; Teorema da Divergência e Teorema de Stokes.

6.2.1.5. Syllabus:
Algebraic and topological structure of R^n. Functions from R^n to R^m: continuity and the notion of limit. Differential

calculus. Partial derivatives. Chain rule. Taylor's theorem in R^n and applications to the study of extreme values. Inverse and implicit function theorems. Extreme values of functions with constrained variables. Multiple integrals: Fubini's theorem, change of variables theorem, applications to the computation of physical quantities. Line integrals: Integrals of scalar fields and vector fields. Fundamental theorem of calculus for line integrals, conservative fields and scalar potentials. Green's theorem. Surface integrals: surface integrals of a scalar field, flux of a vector field, divergence theorem and Stokes' theorem.

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

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The topics of the syllabus are those necessary for the students to acquire the skills corresponding to the curricular unit's objectives.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teóricas de exposição da matéria complementadas com sessões de resolução de problemas nas aulas práticas, individuais ou em grupo. A avaliação combina uma componente de avaliação contínua nas aulas práticas (opcional) e avaliação escrita dividida por 2 testes.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The topics covered in this course are discussed in larger lectures, while students meet to discuss problems and examples in smaller problem sessions where they can also work in groups. Evaluation combines grades from the problems session (optional) and 2 written midterm exams.

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
- Gabriel Pires. (2012). Cálculo Diferencial e Integral em R^n, Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia, IST Press;
- T. M. Apostol. (1999). Cálculo, Vol. I, Vol. II. Editorial Reverté;
- L. T. Magalhães. (1998). Integrais Múltiplos, 3ªed. Texto Editora;
- L. T. Magalhães. (1993). Integrais em Variedades e Aplicações, Texto Editora;
- Murrey H. Protter and Charles B. Morrey. (1993). First Course in Real Analysis, Springer-Verlag.

Mapa X - Projecto e Controlo em Lógica Digital

6.2.1.1. Unidade curricular:
Projecto e Controlo em Lógica Digital

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Pedro Jorge dos Santos Assis (70.00), Pedro Miguel Félix Brogueira (0.00),

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
É objectivo da disciplina o domínio por parte do alunos de conceitos de sistemas de aquisição de dados e controlo e a

sua aplicação prática em projecto e desenvolvimento de protótipos e equipamentos de pequena/média dimensão. O projecto de um sistema autónomo com aquisição e controlo embebido serve de métrica no cumprimento destes objectivos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course covers real-time computer systems for data acquisition and instrument control in small/medium dimension prototypes and equipments. Autonomous systems with embedded control will be addressed.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Arquitecturas de lógica programável. Introdução à programação de FPGAs. Software e linguagens de programação. QuartusII e a linguagem VerilogHDL. Compilação e síntese. Exemplos de implementações de blocos de hardware em FPGAs. Simulação. Analisador lógico. Lógica combinatória em FPGA. Blocos sequenciais em Verilog: flip-flops, latches e registos. Modularidade e reutilização de código. Entradas assíncronas em sistemas sequenciais. Máquinas de estados. Clocks. O circuito PLL. Input/Output (I/O). Blocos analógicos: amplificadores operacionais, conversores ADC e DAC. Interface com dispositivos analógicos. A Placa DE2: Botões de pressão e interruptores, LEDs, mostradores, driver VGA, codec som. Vídeo. Sincronismo horizontal e vertical. Frequências de varrimento. O processador Nios II. Acesso à memória, instruções ALU, registos, etc. Tipos de memória. Arquitectura interna. Endereçamento. Leitura e escrita assíncrona em SRAMs.

6.2.1.5. Syllabus:

Programmable logic architectures. Introduction to FPGA programming. Software and programming languages. The QuartusII simulation tools and the language VerilogHDL. Compilation and synthesis. examples of implementation of hardware blocks. Simulation. Logic Analyser. Combinatorial logic in FPGAs. Sequential blocks in Verilog: flip-flops, latches and registers. Modularity and re-usability of code. Optimization of common logic functions. Asynchronous inputs in sequential systems. State Machines. Synchronization. Clocks. The PLL circuit. Input/Output (I/O). Analogic Blocks: ADC and DAC converter. Interface with analog devices. The DE2 development board: buttons, switches, LEDs, LCD display, 7-segment display, VGA driver, sound codec. Video. Horizontal and Vertical synchronisation. Refresh frequencies. The Nios II processor. Memory access, ALU, registers, etc. Types of memory. Internal architecture. Addressing. Asynchronous Read and Write operation in SRAMs.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos do desenvolvimento de firmware em sistemas programáveis de lógica digital. Nomeadamente esta UC foca-se na aprendizagem da linguagem verilog em programação de FPGAs. Para além disto a UC foca-se nas técnicas de aquisição de dados e controlo permitindo aos alunos efectuar a interacção de diversos actuadores e sensores com a lógica digital. A interação dos sistemas digitais com processadores também é focada. Isto permite ao aluno ter um conhecimento de ponta-a-ponta sobre sistemas usados usualmente na área da Engenharia Física Tecnológica.

São fornecidos os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos, quer a resolução de exercícios de aplicação em ambiente de laboratorial bem como o desenvolvimento de um projecto.

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

The syllabus covers the key topics on firmware developing for programmable digital logic systems. In particular this course focuses on learning verilog programming language for FPGAs. Furthermore, the UC focuses on the data acquisition and control techniques, enabling students to perform the interaction of various actuators and sensors with digital logic. The interaction of digital systems with processors is also focused. This allows the student to have an end-to-end knowledge of digital systems used usually in the field of Physics Engineering.

The essential concepts and application examples are provided, asking the students the study of the contents, and the resolution of exercises in laboratory environment and the development of a project.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC tem um carácter laboratorial forte. Os conceitos principais são introduzidos com explanação em aula teórica sendo consolidados com exercícios específicos. A dificuldade dos exercícios aumenta com o progresso da lecionação bem como a autonomia do aluno. Sensivelmente a meio da lecionação o aluno desenvolve um trabalho com a integração dos conhecimentos adquiridos. Na última parte da UC o aluno desenvolve com grande autonomia um projecto final em que não só integra os conhecimentos adquiridos como é obrigado a pesquisar informação específica sobre o tema do projecto.
A lecionação tem lugar em ambientes de aprendizagem que permitam o trabalho em grupo.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course has a strong laboratory nature. The main concepts are introduced in lectures being consolidated with specific exercises. The difficulty of the exercises and student autonomy increase with the progress of the course. Midway through the course the student develops a work assignment with the integration of acquired knowledge. In the latter part of the UC student develops with great autonomy a final project in which not only integrates the knowledge acquired as are required to search for specific information on the subject of the project.
Teahing takes place in learning environments that allow group work.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular, nomeadamente o desenvolvimento de projectos em electrónica digital. Assim considera-se essencial a realização de trabalhos práticos que permitam o confronto com problemas reais e complexos nesta área.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methods are designed so that students can develop a comprehensive understanding of the potential in this area, while ensuring compliance with the objectives of the course, including the development of projects in digital electronics. Thus it is considered essential the practical work to enable the confrontation with real and complex problems in this area.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
Contemporary Logic Design: Randy Katz, Gaetano Borriello 2005 Pearson Education
VerilogHDL: Samir Palnitkar 2003 Pearson Education, 2nd edition
BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
Applied electronic instrumentation and measurement: David Buchla e Wayne McLachlan 1992 Prentice Hall
Physical data acquisition for digital processing : components, parameters, and specifications: Gayle F. Miner e David J. Comer 1992 Prentice Hall

Mapa X - Programação

6.2.1.1. Unidade curricular:
Programação

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

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A unidade curricular de Programação tem por objectivo dotar os estudantes com os conceitos básicos de programação procedimental em linguagens de alto nível. Pretende-se que os estudantes adquiram os conceitos indispensáveis à resolução algorítmica de problemas, com especial ênfase nos que surgem habitualmente nas áreas da Física e da Engenharia, estruturação de aplicações, e abstracção procedimental e de dados. A prática dos conceitos é realizada através da utilização da linguagem de programação C.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The Programming course has for objective to teach students with the basic concepts of programming, data abstraction and structured programming. It intends that the students acquire the indispensable concepts and use the programming tools to solve, to write and to debug, small and medium applications that are found in Physics and Engineering, structuring applications, and procedural abstraction and data using the C programming language.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Computadores e sistemas operativos; Algoritmos e linguagens de programação; Desenvolvimento, compilação e depuração de um programa; Léxico, sintaxe e semântica; Linguagem de Programação C: Conceitos elementares; Estrutura dum programa; Tipos elementares; Constantes; Operadores; Instruções de entrada/saída; Controlo de fluxo; Decisão: if, switch; Ciclos: while, do...while, for; Programação estruturada; Funções; Variáveis globais e locais; Visibilidade e tempo de vida duma variável; Modularidade e estruturação: divisão por ficheiros; Estruturas de dados; Vectores; Cadeias de caracteres; Vectores multidimensionais; Estruturas; Algoritmos de busca e ordenação; Pilhas; Filas; Listas simples e duplamente ligadas.

6.2.1.5. Syllabus:

Operating systems; Programming developing cycle: Algorithm, compilation and debugging; Computer programming language:Lexicon,Syntaxe and Semantic; The C programming Language; Basic programming concepts: Structure of a computer program; Basic data types, constants, variables, operators and expressions; Input and output functions; Flow Control: Decision:the if and switch; Repetition/Loops:The while,do...while,and for; Structured programming; Functions; Passing data to and from functions; Local and global variables; Compiling a program with several modules (files); Debugger; Arrays; Sorting and searching Strings Data structures; Enumerate; Files: howto use, read and write; Text and binary files; Static and synamics variables; Linked lists: Dynamic and static vectors; Linked list, FIFO, LILO.

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

1. No sentido de "dotar os estudantes com os conceitos básicos de programação procedimental em linguagens de alto nível", o programa deste curso desenvolve os conteúdos necessários à aprendizagem da linguagem C.
2. Por forma a ir de encontro aos restantes objectivos indicados anteriormente, o programa desta unidade curricular desenvolve, também, Algoritmos de busca e ordenação; Recursividade; Apontadores; Passagem de argumentos: valor e referência; Apontadores e arrays; Ficheiros: utilização, leitura e escrita, Ficheiros de texto e binários; Variáveis estáticas e dinâmicas; Estruturas de dados dinâmicas: pilhas, filas; Listas simples e duplamente ligadas.

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

1.In order to teach students with the basic concepts of high lever languages, the syllabus of this course unit develops the contents necessary to learn the C programming language.
2. In order to achieve all other objectives, above mentioned, the syllabus of this curricular unit also includes the study of Sorting and searching, Strings Data structures; Enumerate; Files: how to use, read and write them; Text and binary files; Static and synamics variables; Linked lists: Dynamic and static vectors; Linked list, FIFO, LILO.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino desta unidade curricular baseia-se em aulas teóricas e práticas, onde são semanalmente propostos problemas aos estudantes. Numa primeira fase são explicados e discutidos os problemas propostos e, numa segunda fase, são escritos programas para a sua realização. Entre os trabalhos propostos semanalmente, os estudantes devem entregar um, a ser indicado pelo professor, para avaliação. No final do semestre existe ainda um teste e um trabalho de programação finais, sendo este trabalho final sobre um problema físico ou matemático.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology of this curricular unit is based on theoretical and practical lectures. In the practical lectures case, a list of problems is weekly proposed. In a first phase these problems are explained and discussed, and in a second phase the corresponding computer programs are written by the students. Among these weekly proposed problems, students must submit one, chosen by the teacher, for evaluation. The assessment is completed by a written test and a final computer program, both performed at the end of the semester. The subject of the final computer program concerns some physical or mathematical problem.

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

Tendo em conta que o objectivo principal desta unidade curricular é transmitir conhecimento e formar competências em Programação propõem-se, por conseguinte, como metodologias de ensino, uma abordagem da aprendizagem do tipo teórica-prática colaborativa, fortemente baseada na discussão de tópicos, realização de actividades e resolução de exercícios e problemas.

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

Given that the main objective of this curricular unit is to impart knowledge and train skills in the area of Programming, it is proposed, therefore, as teaching methodologies, an approach to learning of the theoretic-practical type, collaborative, strongly based on the discussion of theoretical and practical topics and the completion of assignments with focus on the study topics, and the resolution of exercises and problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal:J.Seixas,Introdução à Programação em Ciência e Engenharia Escolar Editora,Lisboa,Portugal,2007.B.W. Kernigham e D.M. Ritchie,The C Programming Language, Prentice-Hall International, Londres,Reino Unido,1988. Sandra Loosemore et al., The GNU C Library Reference Manual, L. Damas, Linguagem C, FCA, Lisboa, Portugal, 006.
Complementar:
J. Goertzen, The Linux Programming Bible, John Wiley & Sons Inc. New York, USA, 2002.
Richard Stallman et al., GNU Emacs Manual, Free Software Foundation, 2015.
J. D. Deus, M. Pimenta, A. Noronha, T. Peña, P. Brogueira, Introdução à Física, McGraw-Hill, Lisboa, Portugal, 2014.
R.P. Feynman, R.B. Leighton e M. Sands, The Feynman Lectures on Physics (3 vols.), Addison-Wesley Publishing

Company, Reading Massachussets, USA, 1965.
B. P. Flannery, W.H. Press, S.A. Teukolsky e W.T. Vetterling, Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1992.

Mapa X - Física e Tecnologia dos Semicondutores

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física e Tecnologia dos Semicondutores

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Reinhard Schwarz (50 %)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Rachid Ayouchi (50 %)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os alunos recebem uma introdução geral no início do semestre, depois vão apreender diversos tópicos no domínio das propriedades ópticas e electrónicas dos semicondutores. Perto do fim do semestre os alunos podem ánalisar, experimentar, até brinquar com dispositivos modernos como LEDs e laser.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Students will receive a general introduction at the beginning of the classes, then they will get familiar with various topics on optical and electronical semiconductor properties. Towards the end of the semester the students will get hands-on experience with modern semiconductor devices like LEDs and lasers.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Materiais semiconductores (bandas de energia, nível de Fermi, massa efectiva, lacunas).
2. Propriedades ópticas (constantes ópticas, hiato, filmes finos amorfos).
3. Estatística das densidades de carga (distribuição de Fermi, equilíbrio térmico, dopagem).
4. Propriedades de transporte (mobilidade, efeito de Hall, deriva e difusão, relação de Einstein).
5. Junção p-n (tecnologia planar, interfaces, equação de Shockley).
6. Células solares (células clássicas com Si cristalino, custo na produção, indústria fotovoltáica).
7. Transistores (transistor de junção bipolar, efeito de Schottky, estructuras MIS, MOSFETs).
8. Espectroscopia (espectra óptica, análise C-V, espectroscopia de Raman, electroluminescência, fotoluminescência).
9. Sensores (sensores de temperatura, sensores de imagens de IR, cameras raios X, biosensores).
10. Optoelectrónica (LEDs, lasers azúis, hetero-estructuras, multiple quantum wells).

6.2.1.5. Syllabus:
1. Semiconductor materials (Energy bands, Fermi level, effective mass, holes).
2. Optical properties (Optical constants, band gap, disorder, thin films).
3. Carrier statistics (Fermi statistics, thermal equilibrium, doping).
4. Transport properties (Mobility, Hall effect, drift and diffusion, Einstein relation).
5. p-n junction (Planar technology, abrupt juntion, Shockley equation).
6. Solar cells (Classical pn-type solar cells, industrial up-scaling).
7. Transistors (Bipolar transistor, Schottky effect, MIS structures, MOSFETs).
8. Spectroscopy (Optical spectra, C-V, Raman, electro- and photoluminescence).
9. Sensors (temperature sensors, image sensors for IR, X-ray cameras, biosensors).
10. Optoelectronics (LEDs, blue lasers, quantum wells).

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os alunos vão apreender o tópico de física e tecnologia de semicondutores nas aulas teóricas. Durante todo o semestre os alunos participam em aulas de laboratórios para efectuar medidas de espectroscopia óptica, de características eléctricas e de estudo de dispositivos. Sáo pedidos dois relatórios sobre estes trabalhos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The students will receive an overview of semiconductor physics and technology during the theoretical lectures. Practical aspects will accompany the classes throughout the semester with laboratory classes on optical spectroscopy,

electrical characterization, device studies which will result in two extensive reports.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A cadeira de Física e Tecnologiade Semicondutores (FTS) representa uma cadeira de opção para alunos que são interessados na compreensão básica da física dos semicondutore e tambem no trabalho experimental com materiais e dispositivos semicondutores. Há quatro aspectos na base da estrutura do leccionamento desta cadeira. Primeiro, as aulas teóricas com literatura associada fornecem uma introducção e uma mais profunda análise do tópico. Segundo, as aulas laboratoriais devem complementar a matéria das aulas teóricas com trabalhos de verificação da teoria em dispositivos reais. Terçeiro, na área desta cadeira são oferecidos tópicos para mestrados e doutoramentos no nosso departamento. Quarto, o trabalho de investigação no nosso grupo, financiado pela FCT, tratou de diferentes aspectos da física e das aplicações de semicondutores durante varios anos.
Trabalhos para casa: 3 relatórios 30 %;
Laboratórios: 2 relatórios 20 %;
Exame: 50 %

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The course in Physics and Technology of Semiconductors (FTS) is an option course for students interested in basic understanding of semiconductor physics and experimental work with semiconductor materials and devices. There are 3 aspects underlying the structure of teaching this class: One, the theoretical lectures and accompanying literature give an introduction and furtheron a deeper understanding of the topic. Second, the experimental classes are intended to motivate the interested students and to complement the theoretical classes by actual verification in real devices. Third, the topic of this lecture is one of the fields offered to students for their Master degree thesis and for PhD thesis candidates. Finally, research projects of our group, mostly financed by FCT, have dealt with various aspects of semiconductor physics and applications over the last years.
Homework: 3 reports 30 %
Laboratories: 2 reports 20 %
Exam: 50 %

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências na análise teórica e na aplicação experimental do domínio da física de dispositivos semicondutores.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The list of topics of the semiconductor lecture will give the students the possibility to develop competence for theoretical analysis and for experimental application in the field of semiconductor devices physics.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Principal:·

Solid State Electronic Devices
B.G. Streetman
Prentice-Hall 1990·

Secundária: ·

Physics of Semiconductor Devices
S.M. Sze
Wiley1981·

Solid State Physics·
N.W. Ashcroft and N.D. Mermin
Saunders 1976

Mapa X - Teoria Cinética dos Plasmas

6.2.1.1. Unidade curricular:
Teoria Cinética dos Plasmas

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
UC de opção que não funcionou e que não tem serviço docente atribuído

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introdução aos conceitos fundamentais da Teoria Cinética dos Plasmas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Introduction to Plasma kinetic Theory

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Logaritmo Colombiano
Frequências de colisão
Equação de Vlasov
Equação de Klimontovich;
Hierarquias
Equação de Landau
Equação de Lennard-Balescu
Teoria cinética das onda
Teoria quasi-linear
Turbulência fraca;
Campos magneticos espontâneos
Cinética de fotões
Quasi-partículas (plasmões, fonões, driftões e chargeões)
Interacção neutrino-plasma

6.2.1.5. Syllabus:
Coulomb logarithm
Collision frequencies
Vlasov equation
Klimontovich equation
Hierarchies
Landau equation
Lennard-Balescu equation
Kinetic theory of waves
Quasi-linear theory
Weak turbulence
Spontaneous magnetic fields
Kinetics of photons
Quasi-particles (plasmons, fonons, driftons and chargeons)
Neutrino-plasma interaction

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5 são os necessários para dotar os alunos dos conhecimentos e competências específicos ao domínio da UC.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, the syllabus (point 6.2.1.5) includes the subjects needed to give the students the competences, knowledge and skills in the domain of the UC.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exame Final

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Final Examination

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos de aplicação. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como

auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Stochastic Processes in Physics and Chemistry, N. G. van Kampen, 1984, North-Holland; Equilibrium and Non-equilibrium Statistical Mechanics, R. Balescu, 1975, Wiley Inter Science

Mapa X - Sistemas Digitais

6.2.1.1. Unidade curricular:
Sistemas Digitais

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
António Grilo (84.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Pedro Filipe Zeferino Tomás (31.50), Francisco Miguel Prazeres da Silva Garcia (52.50)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
No final da cadeira os alunos deverão ser capazes de:
Utilizar sistemas de numeração binária e aritmética binária.
Derivar, manipular e simplificar funções booleanas.
Concretizar funções booleanas com circuitos com portas lógicas simples.
Compreender o funcionamento dos componentes fundamentais dos circuitos combinatórios.
Compreender o funcionamento dos elementos básicos de memória, e utilizar registos e contadores.
Especificar e sintetizar circuitos sequenciais síncronos.
Compreender os conceitos básicos de sincronismo temporal e de nálise de tempos de propagação.
Projectar sistemas digitais de pequena complexidade utilizando componentes combinatórios e sequenciais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
By the end of the course the students are expected to be able to know or be able to do the following:
Work with binary number systems and binary arithmetic.
Derive, manipulate and minimize boolean functions.
Realize boolean functions with networks of logic gates.
Understand the operation of the fundamental building blocks of combinational circuits.
Understand the operation of basic memory elements, and work with registers and counters.
Specify and synthesize synchronous sequential circuits.
Understand basic timing issues, including clocking, timing constraints, and propagation delays.
Design low-complexity digital systems with both combinational and sequential components.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Sistemas de numeração: numeração binária, octal e hexadecimal, operações aritméticas, códigos decimais e alfanuméricos.
Circuitos lógicos: lógica binária e portas lógicas, álgebra de Boole, funções lógicas, funções incompletamente especificadas, minimização algébrica e por mapas de Karnaugh.
Elementos básicos de tecnologia: famílias lógicas, portas tri-state, tempos de propagação.
Circuitos combinatórios: codificadores, descodificadores, multiplexers, demultiplexers, comparadores, somadores e subtractores.
Circuitos sequenciais básicos: latches SR e D, flip-flops SR, JK, D e T, flip-flops master-slave e edge-triggered, análise e sincronização temporal.
Registos e contadores: registos simples, de deslocamento e multimodo, contadores.
Circuitos sequenciais síncronos: máquinas de Mealy e de Moore e respectiva síntese.
Memórias: RAM, ROM e PROM. Lógica programável: PLA, PAL, FPGA.
Unidades de dados e unidades de controlo.

6.2.1.5. Syllabus:

Number systems: binary, octal and hexadecimal numbers, arithmetic operations, decimal and alphanumeric codes.
Logic circuits: binary logic and gates, Boolean algebra, logic functions, standard forms, incompletely specified functions, algebraic and map minimization, circuits with NAND and NOR gates.
Basic technology elements: logic families, tri-state gates, propagation delays, positive, negative and mixed logic.
Combinational circuits: encoders, decoders, multiplexers, demultiplexers, comparators, adders and subtractors.
Sequential circuits: SR & D latches, SR, JK, D &T flip-flops, Master-slave & edge-triggered flip-flops, timing analysis & synchronization.
Registers and Counters: registers, shift registers, multimode registers, counters.
Synchronous sequential circuits: Mealy & Moore models, classical synthesis, alternative synthesis methods.
Memory: RAM, ROM and PROM. Programmable logic: PLA, PAL, FPGA.
Datapath and control units of digital systems.

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

Os conteúdos programáticos pretendem transmitir os conceitos basilares relacionados com o funcionamento e desenvolvimento de Sistemas Digitais genéricos. A existência duma unidade curricular com este conteúdo programático adquire uma maior relevância pelo facto de o computador constituir uma ferramenta indispensável ao longo do curso. Assim, os conceitos de Sistemas Digitais ajudarão os alunos a compreender melhor as características e limitações desta ferramenta, ajudando-os também em tarefas de análise e desenvolvimento de software no âmbito de outras unidades curriculares. Por outro lado, os Sistemas Digitais servem de base tecnológica a componentes de aviónica, permitindo o seu conhecimento uma mais fácil compreensão destes sistemas específicos em unidades curriculares mais avançadas. Adicionalmente, a análise e síntese de Sistemas Digitais também convidam os alunos a exercitar o seu pensamento lógico.

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

The programme contents aim to teach basic concepts related with the operation and development of generic Digital Systems. The existence of this course acquires more relevance due to the fact that the computer constitutes an essential tool throughout the master program. As such, the Digital Systems concepts are expected to help the students to better understand the characteristics and limitations of this tool, which will also help on task of software analysis and development in other courses. On the other hand, Digital Systems form the technological basis of many avionics components, which will help the students to understand these specific systems in more advanced courses. Additionally, the analysis and development of Digital Systems, also invite the students to practice their logical thinking.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A matéria é ministrada através de aulas teóricas (3h semanais), aulas práticas de problemas que ilustram a matéria teórica (aulas quinzenais de 1,5h) e ainda aulas laboratoriais (aulas quinzenais de 1,5h).
A avaliação inclui as duas componentes, teórica e laboratorial, sendo o respectivo peso de 60% e 40%. Relativamente à componente teórica, os alunos podem optar por uma das seguintes duas vias de avaliação: Via Testes (2 Testes + 1 exame de recurso), ou Via Exame (1 exame + 1 exame de recurso). Relativamente à componente laboratorial, os alunos são avaliados de acordo com dois métodos: trabalhos de laboratório (75%) e minitestes (25%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Contents are taught through theoretical classes (3h per week), problem-solving classes exemplifying theoretical contents (1,5h every other week) and also laboratory classes (1,5h every other week). Evaluation includes two components, theoretical and lab, with have weights on 60% and 40% respectively. The theoretical component can be attained in two alternative ways: Tests (2 Tests + 1 recovery exam), or Exam (1 Exame + 1 recovery Exam). The lab component is evaluated in two complementary ways: lab projects (75%) and mini-tests (25%).

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

Os métodos de ensino e de avaliação foram concebidos para que os alunos possam aprender através da aplicação prática dos conhecimentos teóricos, quer a nível de exercícios escritos, quer pela preparação e implementação de projectos laboratoriais. Dado que o espaço de conhecimentos que pode ser explorado em laboratório é limitado, a avaliação teórica (resolução de exercícios escritos) tem o maior peso na classificação final.

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

The teaching and evaluation methods have been designed to allow students to learn through the practical application of theoretical knowledge though written exercises, as well as the preparation and implementation of and lab projects. Since the knowledge space that can be explored in the lab is limited, the theoretical evaluation (through written exercises) bears has an higher weight in the final classification.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Logic and Computer Design Fundamentals, Morris Mano, Charles Kime, 2008, Pearson Prentice-Hall;

Introdução à Arquitectura de Computadores, Guilherme Arroz, José Monteiro, e Arlindo Oliveira, 2007, IST Press

Mapa X - Complementos de Mecânica Quântica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Complementos de Mecânica Quântica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Filipe Joaquim (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introduzir os alunos aos métodos das aproximações em Mecânica Quântica, à Teoria das Colisões e à Mecânica Quântica Relativista. Desenvolver a capacidade de compreensão e resolução de problemas nestas áreas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Introduce the students to the approximation methods in quantum mechanics, collision theory and relativistic quantum mechanics. The students should develop the capacity to solve problems in these areas.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
I- Simetrias e leis de conservação. Breve revisão dos conhecimentos de Mecanica Quântica obtidos em disciplinas anteriores, com ênfase para simetrias e leis de conservação.
II- Metodos de aproximação em Mecanica Quântica não relativista. Teoria de perturbacoes, incluindo perturbacoes dependentes do tempo. Perturbacoes harmónicas, probabilidade de transição, ressonâncias. Colisões em Mecanica Quântica. Ondas parciais e desvios de fase. A aproximação WKB. Limite clássico da Equação de Schrodinger.
III- Introdução à Mecanica Quântica relativista. Revisão do Grupo de Lorentz. A equação de Klein Gordon. A equação de Dirac, as matrizes de Dirac e covariância. Partícula livre. O átomo de Hidrogénio. Redução não relativista da equação de Dirac. Simetrias discretas: P, C, T.
IV- Segunda Quantificação. Operadores de criação e aniquilação. Quantificação dos campos livres: campo escalar livre.

6.2.1.5. Syllabus:
I- Symmetries and Conservation LawsBrief revision of the concepts of Quantum Mechanics given in previous courses, with emphasis in symmetries and conservation laws.
II- Approximation methods in Quantum Mechanics. Perturbation theory, including time dependent perturbations. Harmonic perturbations, transition probability, resonances. Collisions in quantum mechanics. Partial waves and phase shifts. WKB approximation. Classical limit of Schrodinger equation.
III- Introduction to Relativistic Quantum Mechanics. Lorentz group. Klein Gordon and Dirac equations. Covariance. Free particle solutions. Hydrogen atom. Non relativistic limit of Dirac equation. Discrete symmetries: P, C, T.
IV- Second Quantization. Creation and annihilation operators. Quantization of free fields: scalar, spin 1/2 Dirac field and vector field.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos da unidade curricular abrangem um leque muito vasto de conceitos físicos e ferramentas de cálculo úteis para o estudo de sistemas físicos simples como os átomos. Os alunos adquirem conhecimentos fundamentais para a compreensão do funcionamento de sistemas como os lasers, ressonância magnética, ou de fenómenos físicos como colisões. O modo como o programa está organizado segue uma sequência lógica (quase cronológica no contexto da História da Física), permitindo assim capacitar o aluno com métodos cada vez mais sofisticados, essenciais para o tratamento de problemas mais complexos. Neste sentido, são frequentemente realizadas atividades na aula em que o aluno (individualmente ou em grupo) é confrontado com um problema de dificuldade moderada. Este processo permite que os alunos desenvolvam as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus covers a wide range of physics concepts and calculation tools, useful to the study of simple physical systems like the Hydrogen atom. Besides this, the students acquire knowledge on subjects which are essential to understand systems like lasers and magnetic ressonance imaging, or physical phenomena like particle collisions. The way the syllabus is organized follows a logical sequence (almost chronological in the contexto of Physics History),

capacitating the student with more sophisticated methods, essential to the treatment of more complex problems. In this sense, class activities are often organize, in which the student (individually or in group) is confronted with problems of moderate difficulty.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
-Metodologia de ensino: Aulas teóricas e práticas (resolução de séries de problemas) com discussão de casos práticos como ilustração da aplicabilidade dos conteúdos programáticos.
-Avaliação: Exame final

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
- Theoretical and practical classes (resolution of problem series) with discussion of practical cases as illustration of the applicability of the syllabus.
- Evaluation: final exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Visto tratar-se de uma unidade curricular de Física fundamental, o único modo coerente de atingir os objetivos de aprendizagem consiste na apresentação dos conteúdos programáticos em aulas teóricas (com discussão de casos práticos simultâneamente), seguido da resolução de problemas em que se apela à partipação dos alunos na discussão. Este processo permite consolidar o conhecimento adquirido aquando a apresentaçãoo dos conteúdos programáticos.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Since this is a fundamental Physics course, the only coherent way of reaching the learning outcomes is to present the syllabus contents in theoretical classes (discussing, simultaneously, practical cases), followed by the resolution/discussion of problems where the student is called to participate in the discussion. This process allows for a consolidation of the syllabus contentes.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Quantum Mechanics, 3rd ed, L. I. Schiff, 1968, McGraw-Hill Companies

Mapa X - Física Nuclear

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física Nuclear

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler (56.00) (4T)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A UC tem como objectivo dar conhecimentos em temas específicos de Física Nuclear. Como parte de conhecimento fundamental, a UC fornece bases sólidas para investigação e desenvolvimento em temas actuais e aplicações na medicina, na astrofísica, na energia, na industria.
Pretende-se que além de compreender estrutura nuclear o estudante adquira as competências para resolver problemas,
-relacionando-a com aspectos quantitativos dos diferentes decaimentos radioactivos e reacções nucleares, ligados a energética, conservações de numeros quânticos e razões de ramificação, etc
-identificando a operacionalidade do conhecimento dessa estrutura nas aplicações, como
imagiologia por ressonância magnética e PET, investigação ambiental, investigação sobre história da arte e património, produção de energia.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To develop the knowledge in specific subjects of Nuclear Physics. As part of fundamental level training, the unit supplies solid basis for research and development in forefront problems and applications in medicine, astrophysics, industry and energy.
Beyond the understanding of nuclear structure, the student will acquire skills for problem solving, by
-connecting the features of nuclear structure to quantitative characteristics of the different radioactive decays and nuclear reactions, as energetics, conservation of quantum numbers, branching ratios, etc

-identifying the operational character of that knowledge in the development of applications as MRI and PET imaging, environmental research, history of art and patrimony, energy production.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Núcleos e seus constituintes. Propriedades estáticas e dinâmicas. Raio e massa.
Determinação do raio do protão por espectroscopia laser e dispersão de electrões.
Densidade nuclear.
Estrutura nuclear. Fórmula semi-empirica de massa. Vale de estabilidade. Modelos e previsões das propriedades do estado fundamental dos núcleos; números mágicos e modelo em camadas (SM). Propriedades da força nuclear; a interação nuclear e o deuterão.
Decaímento nuclear e radioactividade; radioactividade natural e datação. Teoria quântica dos decaimentos para os diferentes tipos de decaímento. Transições electromagnéticas e multipolos.
Reações nucleares e secções eficazes, dispersão nuclear, fissão nuclear, fusão nuclear, secções eficazes de absorção de neutrões; reactores nucleares, reactors de fusão; nucleosíntese nas estrelas.
Experiências e laboratórios. Aceleradores. Feixes de iões para ciência dos materiais.

6.2.1.5. Syllabus:

Nuclei and their constituents. Static and Dynamical Properties. Radius and mass.
Determination of the proton radius, from laser spectroscopy and electron scattering data.
Nuclear Density.
Nuclear Structure. Semi-empirical mass formula.
The interaction between nucleons; properties of the nuclear force. Stability Valey. Modles and predictions of the fundamental state of nuclei; magic numbers and the shell-model (SM). Interaction between nucleons; propoerties of the nuclear force: a interação nuclear e o deuterão.
Nuclear decay and radioactivity; natural radioactivity and dating techniques. Quantum theory of decays for the different decays. Electromagnetic transitions and multipoles.
Nuclear Rections and cross-section; nuclear scattering, nucear fission; cross section for neutron absorption; nuclear reactors, fusion reactors, nucleosynthesis in stars.
Experiments and laboratories. Accelerators. Ion beams for material science.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações de Física Nuclear, aprofundam conhecimentos importantes na formação em Engenharia Física Tecnológica, e capacitam ainda para outras aprendizagens através de atividades de pesquisa autónoma e inovação.

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

The syllabus covers the main topics and pratical applications of Nuclear Physics, and give advanced knowledge that is important for the training in Physics Enginnering. It enables also the students to proceed autonomous research activities and innovation.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, aulas de discussão de problemas, análise de artigos de referência da literatura, em certos temas.
Análise de resultados recentes como o da determinação do raio do protão por espectroscopia laser.
Duas sessões laboratoriais em visitas ao Laboratório de Feixes de Iões do Centro Tecnológico e Nuclear onde se realizaram medidas de secções eficazes e análise de materiais,usando as linhas de feixe associadas aos aceleradores electrostáticos 2.5 MV Van de Graaff e 3.0 MV tandem.
Na avaliação os estudantes escrevem relatórios em grupo com o tratamento e análise de dados obtidos nessas visitas, apresentam um artigo individual de tema livre sobre "Luz em Física Nuclear", e fazem um exame (ou 2 testes) de tempo limitado para resolver questões.
Foram ainda introduzidos na leccionação seminários por 2 especialistas diferentes e externos à UC, um teórico e um experimentalista.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures, classes for discussion of problems, analysis of reference papers of the litterature in some subjects.
Discussion of recent results in Nuclear Physics, like the determination of the proton radius, from laser spectroscopy at odds with electron scattering data.
Two "hands-on" visits to the Ion Beam Laboratory at Centro Tecnológico e Nuclear, where measurements of cross-sections and material analysis were performed using the beam lines associated to the 2.5 MV Van de Graaff and the 3.0 MV tandem electrostatic acclerators.
In the evaluation process the students write in group a report on the treatment and data analysis of the results obtained in those two visits, and thet also write an individual essay on "Light in Nuclear Physics". There is also an exam with limited time to solve problems.

The teaching methodologies include as well seminars by two different experts external to the UC, a theoretical and an experimentalist nuclear physicist.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Considerando o objectivo central da UC, é possível aos alunos identificar desafios e resolver problemas. A resolução de exercícios práticos treina a aplicação dos conhecimentos dos conteúdos programáticos, e permite a sua relacionação e a sua consolidação.
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades da Física Nuclear, assegurando assim a conformidade com os objetivos da unidade curricular.
A lecionação tem lugar em ambientes de aprendizagem que permitem o trabalho individual ou em grupo em contacto próximo com profissionais estabelecidos no domínio.
Foram incluídos na lecionação seminários com recurso a convidados exteriores à UC , para aprofundamento de temas e reflexão sobre extensões relevantes do programa, interessantes e actuais.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The central objective of the UC (problem solving) is attained through the resolution of practical exercices that demand the application of knowledge of the topics of the syllabus, and enables their interconnection and consolidation.
The teaching methodolgies were conceived such that the students develop a broad knowledge of the potential of Nuclear Physics, ensuring also this way the coherence with the desired learning outcomes of the UC.
The teaching process occurs in an environment where the individual or work group proceeds in contact wih established profissionals in the filed.
The seminars of nuclear physicists outside the UC also reinforces skills for thinking on extensions of the syllabus, with relevant examples of today's great interest.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Introductory Nuclear Physics, Krane, K. S., 1987, J. Wiley.
An introduction to Nuclear Physics, 2001, Cambridge.

Mapa X - Física do Estado Sólido

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física do Estado Sólido

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Eduardo Filipe Vieira de Castro (63.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Cálculo da energia de coesão de uma rede cristalina.
Determinação da estrutura de bandas de energia.
Cálculo do espectro de difracção.
Quantificação dos modos de vibração da rede.
Cálculo das condutividades eléctrica e térmica num sólido.
Caracterização de um semicondutor.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Calculation of the cohesive energy of a crystal.
Determination of the band structure.
Calculation of the diffraction pattern.
Quantization of the oscillation modes of a crystal.
Calculation of the electric and thermal conductivities.
Characterization of a semiconductor.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Ligação cristalina: van der Waals, iónica, covalente, metálica e pontes de hidrogénio.
2. Estrutura cristalina: Redes de Bravais. Célula de Wigner-Seitz.
3. Rede recíproca: Zonas de Brillouin. Difracção. Lei de Bragg.
4. Fonões: Relação de dispersão. Modos acústicos e modos ópticos. Quantificação dos modos de vibração. Momento

cristalino. Modelos de Einstein e de Debye. Singularidades de Van Hove.
5. Gás de electrões livres degenerados: Superfície de Fermi. Capacidade calorífica do gás de electrões.
6. Bandas: Modelo de electrões quase-livres. Teorema de Bloch. Modelo de ligação forte (tight binding). Hiato (gap). Metais e isolantes. Equações de movimento num cristal. Superfícies de Fermi.
7. Transporte: Condutividade eléctrica e lei de Ohm. Condutividade térmica. Efeito Hall.
8. Semicondutores: Lacunas. Massa efectiva. Dopantes. Concentração de portadores.

6.2.1.5. Syllabus:
1. Crystal binding: van der Waals, ionic, covalent, mettalic and hydrogen bonds.
2. Crystal structure: Bravais lattices. Wigner-Seitz cell.
3. Reciprocal lattice: Brillouin zones. Difraction. Bragg's law.
4. Phonons: Dispersion relation. Acoustical and optical modes. Quantization of the vibration modes. Crystalline momentum. Einstein and Debye models. Van Hove singularities.
5. Free electron gas: Fermi surface. Heat capacity of the electron gas.
6. Energy bands: Nearly-free electron model. Bloch theorem. Tight binding model. Gap. Metals and insulators. Equations of motion in a crystal. Fermi surfaces.
7. Transport properties: Electrical conductivity and Ohm's law. Thermal conductivity. Hall effect.
8. Semiconductors: Holes. Effective mass. Doping. Carrier concentration.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações da Física do Estado Sólido, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de atividades de pesquisa autónoma.

São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos e dos modelos teóricos, quer a resolução de exercícios de interpretação /aplicação.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus covers the main topics and applications of Solid State Physics, allowing the student to review and deepen his/her knowledge on the subject, as well as to acquire new valuable knowledge regarding his/her formation in Technological Engineering Physics. The student will also be prepared for independent learning through autonomous search activities.

The theoretical basis, the essential concepts, and examples of application are given. Students are required to study the theoretical models and to solve exercises of interpretation/application.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A lecionação de Física do Estado Sólido utiliza a exposição oral e a resolução de exercícios.
A lecionação tem lugar em ambientes de aprendizagem que permitam o trabalho individual ou em grupo.
A avaliação inclui trabalho de casa (15%) e dois testes escritos (85%), ou exame final (100%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Solid state physics teaching uses oral exposition and resolution of exercises.
The teaching takes place under a teaching environment where both individual and group work are allowed.
Evaluation includes homework (15%) and two written tests (85%), or a final exam (100%).

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Nomeadamente, os problemas propostos como trabalho de casa são mais abrangentes e a resolução pode ser em grupo, sendo o tema do problema centrado sempre num ou vários dos objectivos da unidade curricular.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methods were designed so that students develop a comprehensive knowledge of potentialities in this domain, ensuring simultaneously that the objectives of the curricular unit are fulfilled. Namely, the homework problems proposed are more extensive and can be worked out in group, but the subject of the problem is always centred in one or several curricular unit objectives.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Steven H. Simon (2013), The Oxford Solid State Basics, Oxford University Press;

Charles Kittel (2005), Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, 8th ed;
Neil W. Ashcroft & N. David Mermin (1976), Solid State Physics, Harcourt.

Mapa X - Óptica Quântica e Lasers

6.2.1.1. Unidade curricular:
Óptica Quântica e Lasers

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Gonçalo Figueira (52.08)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
João Alberto dos Santos Mendanha Dias (3.92)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O objectivo da cadeira de Lasers e Electrónica Quântica é proporcionar aos alunos uma formação teórica e experimental nos avanços mais recentes no domínio da fotónica, óptica não linear, e lasers assim como nas suas aplicações modernas.

Pretende-se que os alunos dominem os conceitos fundamentais envolvendo impulsos luminosos e a sua geração, caracterização e manipulação, e que identifiquem as potencialidades tecnológicas da fotónica para novos domínios da ciência e tecnologia, como por exemplo a metrologia e as telecomunicações.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The main goal of the course on Lasers and Quantum Electronics is to give a solid theoretical and experimental background in the most recent advances in photonics, nonlinear optics and lasers, as well as in their modern applications.

After this course, the students will master the fundamental concepts associated with radiation pulses, their generation, characterization and manipulation. The students will be able to identify the technological consequences of photonics and optoelectronics in many science and technology fields, such as metrology and communications.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
- *Introdução aos lasers e tecnologias laser*
- *Óptica de traçado de raios: óptica paraxial, óptica de gradiente de índice, matrizes*
- *Óptica ondulatória: ondas monocromáticas, em meios transparentes, interferência*
- *Óptica de feixe: o feixe Gaussiano, propagação ABCD*
- *Óptica electromagnética: meios dieléctricos, intensidade luminosa*
- *Cavidades ressonantes: cavidade de Fabry-Perot, cavidade de espelhos esféricos*
- *Óptica de fotões: modos, propriedades, feixes de fotões*
- *Fotões e átomos: níveis de energia na matéria, interacção luz-matéria*
- *Amplificação laser: fundamentos, bombeamento, amplificadores laser, saturação*
- *Fundamentos de lasers: meios laser, oscilação laser, características da geração laser*
- *Lasers pulsados: Q-switching, bloqueio de modos, lasers ultra-rápidos*
- *Estrutura de impulsos laser*
- *Dispersão e óptica não linear*

6.2.1.5. Syllabus:
- *Introduction to lasers and laser technologies*
- *Ray optics: Paraxial optics, graded index optics and ray transfer matrix analysis*
- *Wave optics: monochromatic waves, waves in transparent media, interference*
- *Beam optics: the Gaussian beam, ABCD propagation*
- *Electromagnetic optics: waves in different dielectric media, intensity of light*
- *Optical resonators: Fabry-Perot resonator (lossless/lossy), spherical mirror resonator*
- *Photon optics: modes, photon properties, photon streams*
- *Photons and atoms: energy levels in matter, light-matter interaction*
- *Laser amplification: fundamentals, pumping, laser amplifiers, saturation*
- *Fundamentals of lasers: laser media, laser oscillation, characteristics of laser output*
- *Pulsed lasers: q-switching, mode-locking, ultrafast lasers*
- *The structure of laser pulses*
- *Dispersion and nonlinear optics*

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

O programa da unidade curricular divide-se em dois blocos principais:
Fundamentos de óptica – inclui os módulos desde o início até óptica de fotões. Apresentam-se quatro descrições de óptica em ordem crescente de complexidade: geométrica, ondulatória, electromagnética e quântica. Inclui ainda aspectos especificamente relevantes para os lasers, como óptica gaussiana e cavidades ressonantes.
Lasers – inclui os restantes módulos até ao final. Inicia-se com o estudo da interacção entre laser e material, seguindo com os princípios do funcionamento do laser, e tópicos seleccionados da ciência e tecnologia dos lasers modernos, como a fotónica e os impulsos de duração ultra-curta.
Esta organização permite que os alunos possam, a partir de bases teóricas compatíveis com o seu nível lectivo, adquirir ao longo do semester uma formação abrangente em temas da óptica contemporânea e dos lasers, bem como das suas aplicações práticas.

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

The program of the curricular unit may be divided into two main blocks:
• Fundamentals of Optics - including the modules from the start up to Photon Optics, and introduces four descriptions of optics in order of increasing complexity: geometrical optics, wave optics, electromagnetic optics and quantum optics. Also includes topics specifically relevant to lasers, such as Gaussian beams and optical resonators.
• Lasers – including the remaining topics up to the end. Beginning with the study of light-matter interaction, students are introduced to the principles of laser operation, followed by selected topics of modern laser science and technology, such as photonics and ultra-short laser pulses.
Starting from a theoretical framework consistent with their academic level, this organization allows students to acquire a comprehensive training on topics of contemporary optics and lasers, as well as their practical applications, along the semester.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Duas aulas teóricas semanais de duas horas de duração, e duas aulas de exercícios práticos e revisões. A avaliação consiste em dois testes (50% + 50%) e uma prova de recuperação. Nessa prova possibilita-se a recuperação individual de cada teste ou a realização simultânea das duas componentes, pertencendo a escolha ao estudante.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Two weekly lectures of two hours, and two practical exercise / revision classes. The evaluation consists of two tests (50% + 50%) and a recovery exam. This exam allows the recovery of each individual test, or the evaluation of both components, depending on the student's choice.

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

A unidade curricular consiste quase exclusivamente em aulas teóricas, sendo a avaliação na forma de exercícios / problemas práticos e com ligação ao mundo real. Todas as aulas se iniciam com uma questão / desafio relacionados com a matéria dada. Uma vez que se trata de uma unidade curricular obrigatória, o número de estudantes é elevado, não permitindo a adopção de outras metodologias tais como aulas de laboratório. Por outro lado, sendo uma UC com um conjunto vasto de conteúdos, é essencial garantir que as bases teóricas em óptica clássica e quântica são sólidas, sendo plataformas para a compreensão de todos os fenómenos e aplicações estudados.

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

The course consists almost exclusively of theoretical lectures, and the assessment consists of exercises / practical real-world problems. Every lesson starts with a problem / challenge related to the contents addressed. Since this is a mandatory course, the number of students is high, making impracticable the adoption of other methodologies such as laboratory classes. On the other hand, being a CU with a wide range of contents, it is essential to ensure that the theoretical knowledge in classical and quantum optics are solid, being the foundations for understanding all the studied phenomena and applications.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
• Fundamentals of Photonics: B. Saleh & M. Teich 1991 Wiley
• Lasers: O. Svelto 4th ed. (1998) Plenum Press

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
• Lasers: E. Siegman 1986 Wiley-Interscience
• Óptica: E. Hecht 1991 Fundação Calouste Gulbekian
• Coherent Optics - Fundamentals and Applications: W. Lauterborn, T. Kurz, M. Wiesenfedt 1995 Springer-Verlag

Mapa X - Laboratório de Física da Matéria Condensada

6.2.1.1. Unidade curricular:
Laboratório de Física da Matéria Condensada

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Pedro José Oliveira Sebastião (0.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introdução a Técnicas experimentais relevantes no domínio da
Física da Matéria Condensada

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Introduction to the Experimental Techniques in the domains of
Condensed Matter .

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Realização de diferentes trabalhos experimentais com utilização de equipamentos disponibilizados pelos grupos de investigação associados à UC.
1-Ressonância Magnética Nuclear no estado Cristalino, Liquído
Cristalino e Isótropo. Tempos de Relaxação e espectros de absorção. Imagem
por RMN.
2-Microscopia Òptica polarizante em fases líquido Cristalinas.
3-Técnicas de Calorimetria Diferencial. Transições de fase.
4-Difracção dos Raios X em fases cristalinas, líquido cristalinas e
isótropas.
5-Técnicas de AFM
6-Espectroscopia de Raman
Interpretação quantitativa dos resultados experimentais sempre que possível.

6.2.1.5. Syllabus:
Perform different experimental works using the research equipment made available by the research groups collaborating with this CU.
1 -Nuclear Magnetic Ressonance in Isotropic liquid Crystal state. Relaxation time and absorption spectrums.
2- Polarizing Optic Microscopic in Liquid crystal phase.
3 - Differential Colorimetry Techniques. Phase transitions
4 - X ray difration in crystalline phase, isotropic liquid crystal.
5- AFM Techniques.
6- Raman Spectroscopy
Quantitative interpretation of the experimental results whenever possible.
Interpretação quantitativa dos resultados experimentais sempre que possível.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos desta unidade curricular (UC), permitem a aquisição e aprofundamento da capacidade de compreensão e utilização dos métodos experimentais no domínio do estudo de diferentes materiais líquidos e sólidos. Os alunos poderão revisitar e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica e fomentar a aprendizagem através de atividades de pesquisa autónoma. Procura da analise quantitativa dos resultados experimentais através do teste de modelos teóricos apropriados.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus of this curricular unit (CU) of experimental physics (EF) allow for the deepening and/or acquisition of the ability to understand and use different experimental methods for the study of different liquid and solid materials. The students are invited to remember previous knowledge on the subjects and to learn new skills useful for their training in Physics Engineering and promote the self-learning through autonomous research activity. The syllabus of this curricular unit (CU) also aims at promoting a qualitative analysis and interpretation of the experimental results.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação das técnicas experimentais, Discussão dos diferentes aspectos associados às medidas experimentais e aos estudos propostos. Trabalho autónomo na aquisição de dados e tratamento de resultados
Avaliação: Monografia e Discussão final

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Presentation of the different experimental methods and techniques. Discussion of the different aspects related with the measurements and studies to be made. Autonomous work in the data acquisition and data analysis.
Evaluation: Monograph and final discussion

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos e da utilização dos equipamentos disponíveis nos diferentes laboratórios de investigação disponibilizados pelos grupos de investigação. Aquisição de competências no desenvolvimento de actividades e métodos experimentais em contacto com equipamentos de utilizados em laboratórios de investigação.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental working close contact with the research facilities provided by the research laboratories associated with this CU.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
The Physics of Liquid Crystals, 2nd Edition, P.G. de Gennes, J. Prost, 1993, Oxford University Press; Introduction to Solid State Physics, vol. 1, C. Kittel, 1996, John Wiley and Sons; Nuclear Magnetic Resonance of Liquid Crystals, Ronald Y. Dong, 1994, Springer-Verlag; Farrar, T. C. & Becker, E. D. Pulse and Fourrier Transform NMR Academic Press, New York, London, 1971

Mapa X - Técnicas Matemáticas da Física

6.2.1.1. Unidade curricular:
Técnicas Matemáticas da Física

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Rui Manuel Agostinho Dilão (4.5h)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O objectivo deste curso é o de introduzir as ferramentas mais importantes da análise funcional usadas no estudo dos sistemas da Física e da Engenharia, incluindo a teoria das distribuições, a análise de Fourier, a teoria dos operadores lineares e a teoria dos espaços de Hilbert. As suas técnicas são particularmente úteis no estudo e determinação de soluções de equações às derivadas parciais, no estudo da mecânica quântica e na mecânica dos meios contínuos, na construção de algoritmos de integração numérica e de processamento e análise de sinais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The objective of this course is to introduce the most important techniques of functional analysis used in the study of problems from physics and engineering, including the theory of distributions, the Fourier analysis, the theory of Hilbert spacea and the theory of operators. Functional analysis techniques are usefull in the study of solutions of partial differential equations, in the study of quantum mechanics and the mechanics of the continuum, in the constructiosn of algorithms for numerical integration of equations and in the processing and analysis of signals.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1 Medida e integração, integral de Lebesgue. 2 Espaços de Hilbert. 3 Bases e funções especiais. 4 Operadores. 5 Distribuições. 6 Análise de Fourier. 7 A equação das ondas. 8 Transformadas de Fourier e funções de Green. 9 A equação do calor. 10 Transformadas de Laplace. 11 A transformada de Fourier discreta. 12 Classificação de equações às derivadas parciais. Aspectos gerais sobre solitões e caos.

6.2.1.5. Syllabus:
1 Measure and integration, the Lebesgue integral. 2 Hilbert spaces. 3 Bases and special functions. 4 Operators. 5

Distributons. 6 Fourier Analysis. 7 The wave equation. 8 The Fourier transform and Green functions. 9 The heat equation. 10 The Laplace transform. 11 The fast Fourier transform. 12 Classifiaction of partial differential equations. General considerations about solitons and chaos.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A coerência dos objectivos programáticos da unidade curricular está assegurado pelo facto de termos um curso construtivo, baseado nos princípios fundamentais da análise funcional, sem se exigir um conhecimento demasiado técnico de análise. O curso está dirigido para a aplicação de técnicas matemáticas aplicadas a sistemas físicos concretos, com exercícios práticos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The program objectives are achieved through a constructive course, based on the basic principles of functional analysis, without requiring a specialized knowldge of analysis. The emphasises on the mathematical techniques used in physical problems, supplemented with practical exercices.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A cadeira tem uma componente teórica e uma componente de resolução de problemas. Exame final e problemas computacionais facultativos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
This course unit consists of a theoretical component and a problem solving classes. Final examination and optional programming problems.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A coerência dos objectivos da avaliação da unidade curricular está assegurada pelo facto da avaliação se basear num exame final com consulta em que o aluno não tem que decorar formulas mas sim perceber e analisar conceptualmente os problemas.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The evaluation objectives of the course are consistent because evaluation will be based on a final examination, with reference materials allowed into it. Students should understand and analyze conceptually the problems rather than memorizing formulae.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
S. Hassani, Mathematical Physics, Springer-Verlag, 1999.
N. Boccara, Functional Analysis, an Introduction for Physicists, Academic Press, 1990.
P. Seekers, A course in modern mathematical physics. Groups, Hilbert space and differential geometry, Cambridge University Press, 2004.

Mapa X - Serviços de Energia

6.2.1.1. Unidade curricular:
Serviços de Energia

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Carlos Silva (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Dotar o engenheiro de ferramentas de modelação, análise e implementação de serviços de energia em diferentes sectores (industrial, serviços, residencial) com o intuito de promover a eficiência energética

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Provide tools for modeling, analyzing and implementing energy services business models in different sectors (industry,

service and residential buildings) in order to promote energy efficiency.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1 – Definição de serviço de energia
2 - Modelação dos consumos de energia em diferentes sectores (industrial, serviços, residencial, transportes) com base no conceito de serviço de energia
3 – Modelação de sistemas de energia (geração e conversão)
4 – Optimização integrada de sistemas de energia
6 – Fator Comportamental
7 – Gestão da Procura
8 – Monitorização e controlo
9 – Redes inteligentes de energia
10 – Modelos de negócio de serviços de energia

6.2.1.5. Syllabus:

1 – Definition of Energy Services.
2 – Modeling energy consumption in different sectors (industry, services, residential, transports) using the energy service concept.
3 – Modeling energy systems (generation, conversion and use)
4 – Optimization of energy systems
6 – Consumption Behavior
7 – Demand Management
8 – Monitoring and Control
9 – Smart energy networks
10 – Business models for energy services

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, o conteúdo programático, descrito em 6.2.1.5, é o necessário para dotar os alunos dos conhecimentos e competências no domínio da UC.

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

Considering the objectives of this the UC, syllabus (section 6.2.1.5) includes the subjects needed to give the students the competences, knowledge and skills specialized to the domain of the UC.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Projecto final (100%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Final project (100%)

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

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Energy Efficiency and the Demand for Energy Services, Leslie Daryl and Danny Harvey, 2010, Earthscan; Manual for Intelligent Energy Services, Shirley J. Hansen, 2002, The Fairmont Press, Inc.

Mapa X - Termodinâmica e Estrutura da Matéria

6.2.1.1. Unidade curricular:

Termodinâmica e Estrutura da Matéria

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Pedro Bicudo (70.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Ana Maria Heleno Branquinho de Amaral (28.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta disciplina apresenta os conceitos e princípios básicos da termodinâmica clássica e as bases da física quântica. A compreensão desses conceitos é reforçada através de aplicações ao mundo real. Os alunos deverão ter a capacidade de manipular esses conceitos e saber aplica-los à resolução de problemas. Os estudantes serão motivados por exemplos de aplicação dos princípios da física noutras áreas, em particular nas aplicações modernas de alta tecnologia. O ensino teórico-prático será complementado com a realização de trabalhos laboratoriais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The principles and basic concepts of thermodynamics and its relation to microscopic phenomena and the bases of quantum physics and its relation to the structure of matter are presented. The understanding of those concepts will be reinforced using real world applications. The students should be able to manipulate those concepts and apply them to solve problems. The students will be motivated with examples of the application of physical principles to other areas, in particular in modern high technology. The course will include laboratorial work.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1.Sistema termodinâmico. Trabalho e calor. Capacidade calorífica e calor latente. Estados da matéria, transições de fase. Temperatura. Transmissão de calor.
2.O gás perfeito. Teoria cinética dos gases. Temperatura e energia cinética. Calor específico a volume e a pressão constante. Sólidos e gases reais.
3.Energia e Entropia. Princípios da Termodinâmica. Transformações reversíveis e irreversíveis. Máquinas térmicas.
4.Física Estatística e Termodinâmica. Entropia e desordem. Postulados da Física Estatística. Distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann.
5.As bases da Física Quântica. Radiação do corpo negro e efeito fotoeléctrico. As ondas e as relações de incerteza de Heisenberg.
6.Estrutura da matéria. Moléculas, átomos e núcleos. Spin e o princípio de Pauli. Energia química e nuclear. Forças e partículas fundamentais.
7.Aplicações tecnológicas. Electrónica moderna. Plasmas e fusão nuclear. Lasers. Nanotecnologia.

6.2.1.5. Syllabus:
1. Thermodynamical system. Work and heat. Heat capacity and latent heat. States of matter and phase transitions. Temperature. Heat transfer.
2. Perfect gas. Kinetic theory of gases. Temperature and kinetic energy. Specific heat at constant volume or pressure. Specific heat of solids. Real gases.
3. Energy and entropy. The Principles of Thermodynamics. Reversible and irreversible transformations. Heat engines.
4. Statistical Physics and Thermodynamics. Entropy and disorder. The postulates of Statistical Physics. Maxwell-Boltzmann distribution of velocities.
5. The bases of quantum physics. Black body radiation, photoelectric effect. Matter waves and Heisenberg's uncertainty relations.
6. Structure of matter. Energy scales. Molecules, atoms, nuclei. Spin and Pauli's exclusion principle. Chemical and nuclear energy. Elementary forces and particles.
7. Technological applications. Modern electronics. Plasmas and nuclear fusion. Lasers. Nanotechnology.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos da Termodinâmica e Estrutura da Matéria, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica.

São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos e dos modelos teóricos, quer a resolução de exercícios de interpretação da matéria e de aplicação em questões práticas, bem como em ambiente laboratorial e de simulação numérica.

Os tópicos que se apresentam abrangem os principais conceitos de base intervenientes na secção 6.2.1.5, bem como as ferramentas usualmente mais aplicadas. Proporcionam, assim, um todo contínuo de informação, abrindo ainda

perspectivas de investigação.

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

The syllabus covers the key topics, both theoretical and applications, of thermodynamics and Structure of Matter, allowing the student to review and deepen his background and acquire new knowledge, to support his assist in training in Physics Engineering, enabling him to further learn through autonomous exploration activities.

The theoretical basis is provided, together with essential concepts and application examples. The students are required to study the theoretical models, and to solve exercises and problems to interpret the concepts and to apply them to practical examples, besides the students attend laboratory and numerical simulation classes.

The topics that appear cover the main fundamental concepts, both in macroscopic thermodynamics and in microscopic and molecular thermal physics processes, besides the necessary analytical, experimental and computational tools. Thus they provide a comprehensive information and open the perspective to research topics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os alunos assistem a 3 h de aulas teóricas semanais. Cerca de 30% da carga de trabalho semanal em casa dos alunos deve incidir na revisão da matéria leccionada.
Os alunos assistem também a 1h de aulas práticas de problemas semanais. Cerca de 45% da da carga de trabalho semanal em casa dos alunos deve incidir na preparação dos exercícios a resolver na aula prática.
Os alunos também realizam 3 trabalho laboratoriais experimentais e de simulação numérica, em grupos de 3 alunos , em que revêm e testam em detalhe 3 conceitos cruciais da matéria. Cerca de 25% da carga de trabalho semanal em casa dos alunos, deve incidir na preparação dos laboratórios.
A componente teórico-prática é avaliada por testes e/ou exame final contando 75% para a nota final.
A componente laboratorial será avaliada por relatórios entregues no fim de cada sessão, contando 25% para a nota final.
É exigida a nota mínima de 8.50 a cada componente para aprovação final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Students attend 3h of weekly lectures. 30% of the weekly workload at home of the students should be addressed to review the subjects taught.

Students also attend 1h problems of practical classes weekly, applied to specific case studies. 45% of the weekly workload at home of the students should consist on the preparation of exercises to be solved in the practical class.

Students also perform three experimental work and numerical simulation laboratories, in groups of 3 students, where they revise and test in detail three key concepts of matter. 25% of the weekly workload at home of the students should be directed towards the preparation of laboratories.

The theoretical and practical component is assessed by testing and / or final exam accounting for 75% of the final grade.

The laboratory component is evaluated by reports delivered at the end of each session, accounting for 25% of the final grade.

A minimum grade of 8.50 in each component is required.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objectivos da unidade curricular.
Nomeadamente a ensinamos os conceitos e princípios básicos da termodinâmica clássica e as bases da física quântica, bem como a capacidade de trabalhar neste domínio e de abrir fronteiras de investigação científica e de desenvolvimento tecnológico.
A física é uma ciência exacta, e uma ciência da natureza, sendo a base da maior parte da tecnologia moderna, desenvolvida desde a revolução industrial.
Assim, para além da aprendizagem teórica e da resolução de problemas, considera-se essencial a realização de trabalhos laboratoriais experimentais e de simulações numéricas que permitam o confronto com problemas reais e complexos nesta área.

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

The teaching methodologies are designed so that students can develop a comprehensive understanding of the potential in this area, while complying with the objectives of the course.

We teach the basic concepts and principles of classical thermodynamics and the foundations of quantum physics, and we train the ability to work in this field and to open new frontiers in scientific research and technological development. Physics is an exact science, and a natural science, it has been providing the basis of most modern technology since the industrial revolution .

Thus, in addition to the theoretical learning and problem solving , it is considered essential for the students to produce experimental laboratory work and numerical simulations, that allow their training while testing real and complex problems in this area.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physics for Scientists and Engineers, R. A. Serway, J. W. Jewett, 2004, ISBN: 0-53-440842-7; Introdução à Física, J.D. Deus et al, 2000, ISBN: 972-7730-35-3;
Fundamentals of Physics, D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, 2004, ISBN: 0-471-23231-9;
Physics for Scientists and Engineers, P.A. Tipler, 2003, ISBN: 0-71-674389-2

Mapa X - Tecnologias Energéticas

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tecnologias Energéticas

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

Luís Mendes (56.00)

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

n/a

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

Fornecer ao aluno uma visão geral e aspectos tecnológicos sobre as Fontes de Energia: combustíveis fósseis, o nuclear, as renováveis.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To give the student a global view and technological aspects
about diferrent energy sources: fossil fuels, nuclear and renewables.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Conceitos fundamentais da termodinâmica 1.1. Primeiro princípio em sistemas fechados e abertos 1.2. Segundo princípio em sistemas fechados e abertos 1.3. Irreversibilidades e análise exergética 2. Ciclos termodinâmicos 2.1 Ciclos de potência a gás 2.2 Ciclos de potência a vapor 2.3 Cogeração 2.4 Ciclos frigoríficos e bombas de calor 2.5 Ciclos combinados 3. Fontes de Energia convencionais e renováveis 3.1 Petróleo e gás natural 3.2 Carvão 3.3 Biomassa 3.4 Nuclear 3.5 Solar térmica 3.6 Solar fotovoltaica 3.7 Hídrica 3.8 Vento 3.9 Ondas 3.10 Marés 3.11 Térmica dos oceanos 3.12 Geotérmica

6.2.1.5. Syllabus:

1. Fundamentals concepts of applied thermodynamics 1.1. First law for closed and open systems 1.2. Second law for closed and open systems 1.3. Irreversibility and exergetic analysis 2. Thermodynamic cycles 2.1 Power gas cycles 2.2 Power vapour cycles 2.3 Cogeneration (CHP) 2.4 Refrigeration cycles and heat pumps 2.5 Combined cycles 3. Convencional and renewable energy sources 3.1 Oil and natural gas 3.2 Coal 3.3 Biomass 3.4 Nuclear 3.5 Solar thermal 3.6 Photovoltaic generation 3.7 Hydro-power 3.8 Wind power 3.9 Ocean wave power 3.10 Tidal power 3.11 Ocean thermal energy conversion 3.12 Geothermal

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

Os conteúdos programáticos da UC abrangem os principais tópicos teóricos e aplicações práticas que permitirão a concretização dos objetivos de aprendizagem, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica.
São fornecidas as bases teóricas de uma abordagem técnica da termodinâmica, como extensão dos conhecimentos adquiridos no primeiro ciclo do MEFT, aprensentando-se os conceitos essenciais e as ferramentas práticas que permitem aos alunos não só a compreensão da física e da engenharia das fontes de energia estudadas como os prepara para a análise de outros casos com que se defrontem.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus covers the main theoretical topics and practical applications that will enable the achievement of the learning outcomes, allowing students to review and deepen knowledge background, as well as acquire new knowledge useful to their training in physics engineering.
The syllabus provides the theoretical bases of a technical approach of thermodynamics, as an extension of the knowledge acquired in the first cycle of MEFT, presenting the essential concepts and practical tools that allow students to understand the physics and engineering of the energy sources studied, and also prepares them for the analysis of other energy sources.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A lecionação de Tecnologias energéticas utiliza a exposição oral e a resolução de exercícios durante as aulas (aulas teorico-práticas).
A aprendizagem é complementada com seminários realizados em grupo pelos estudantes e por visitas de estudo.
A avaliação da UC é realizada através de seminários feitos em grupo, de questionários sobre os seminários e por testes.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The teaching methodologies of solar thermal energy course use oral exposure and resolution of exercises during classes (teorethical-practical classes).
Learning is complemented with seminars, prepared and given by the students, and field trips.
The evaluation of course is accomplished through seminars, quizzes about the seminars and tests.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam adquirir conhecimentos e capacidades em conformidade com os objetivos da unidade curricular.
Assim, considera-se essencial que, a par com a aquisição de conhecimentos teóricos sólidos, os alunos realizem seminários como forma de desenvolverem as suas capacidades de trabalho em equipa, as suas capacidades investigação e análise crítica de temas de interesse económico e social e a sua prática de exposição pública de conteúdos.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies are intended to assure that students can acquire knowledge and skills in accordance with the objectives of the course.

Thus, it is considered essential that, together with the acquisition of theoretical knowledge, students prepare and present seminars as a way to develop their skills of teamwork, their abilities to research and perform critical analysis of social and economic topics of interest and their practice of public presentation.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
• Fundamentals of Thermodynamics
• Claus Borgnakke and Richard E. Sonntag
• 2009
• John Wiley & sons

• Our Energy Future: Resources, Alternatives and the Environment (Wiley Survival Guides in Engineering and Science)
• Christian Ngo and Joseph Natowitz
• 2009
• John Wiley & sons

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
• Renewable Energy Resources
• John Twidell and Tony Weir
• 2006
• Taylor & Francis

Mapa X - Mecânica Analítica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Mecânica Analítica

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

José Milhano (63.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Liliana Marisa Cunha Apolinário (21.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
1. Introduzir, no contexto da Mecânica Clássica, ideias e métodos teóricos relevantes para o desenvolvimento da Física Teórica contemporânea.
2. Desenvolver a capacidade de aplicação de conceitos físicos fundamentais resolução autónoma de problemas complexos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
1. Introduce, in the context of Classical Mechanics, theoretical methods and ideas relevant for the development of contemporary Theoretical Physics.
2. Develop the ability to apply fundamental physical concepts to the independent solution of complex problems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Conceitos fundamentais da mecânica analítica
2. Leis de Conservação
3. Pequenas oscilações em coordenadas generalizadas
4. Formulação Hamiltoniana da Mecânica
5. Transformações Canónicas
6. Teoria de Hamilton-Jacobi
7. Teoria de perturbação canónica
8. Introdução das formulações Lagrangean e Hamiltonias a sistemas contínuos e a campos.

6.2.1.5. Syllabus:
1. Fundamental principles of Analytical Mechanics
2. Conservation laws
3. Small oscillations in generalized coordinates
4. Hamiltonian formulation of Mechanics
5. Canonical Transformations
6. Hamilton-Jacobi theory
7. Canonical perturbation theory
8. Introduction to Lagrangian and Hamiltonian formulation for continuous systems

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Novos conceitos fundamentais (as formulações Lagrangiana e Hamiltoniana de teorias físicas) são introduzidos num contexto, a Mecânica Clássica, com o qual os alunos já estão familiarizados. Tal permite a separação clara entre o 'conceito' e a sua aplicação em Mecânica e assim equipar os alunos com um conjunto de conceitos e técnicas de aplicabilidade lata em Física.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
New fundamental concepts (the Lagrangian and Hamiltonian formulations of physical theories) are introduced in a context, Classical Mechanics, already familiar to the students. This allows for a clear separation between 'the concept' and its application in Mecganics and thus equip the students with a set of concepts and techniques of wide applicability in Physics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exposição teórica clara e rigorosa [aulas teóricas] complementado por exemplificação constante de conceitos e técnicas de cálculo em problemas bem definidos [quer durante as aulas teóricas, quer durante uma aula de problemas] . Forte componente de resolução individual de problemas pelos estudantes incluindo casos standard e problemas abertos que permitam ao estudantes consolidar, e reflectir sobre, os conteúdos programáticos.
avaliação:
2 séries de problemas (15% + 15%, nota mínima: 10 valores) e 2 testes (35%+35%, nota mínima: 8 valores) OU 2 séries de problemas (15% + 15%, nota mínima: 10 valores) e exame final (70%, nota mínima: 8 valores) OU exame final (100%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Clear and rigorous theoretical exposition [lectures] complemented by continuous illustration of concepts and calculational techniques [both during lectures and dedicated problem class] in well defined examples. Strong

component of individual solution of both standard problems and open questions allowing the students to consolidate, and reflect on, the syllabus componentes.

evaluation:
2 problem sets (15% + 15%, minimal score: 10 out of 20) and 2 tests (35%+35%, minimal score: 8 out of 20) OR 2 problem sets (15% + 15%, minimal score: 10 out of 20) and final exam (70%, minimal score: 8 out of 20) OR final exam (100%)

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
O ensino desta UC promove o estudo continuado ao longo do semestre e o trabalho autónomo dos alunos (em particular na resolução de problemas)

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methods promote continued study over the semester and the autonomous work by the students.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Principal/Main
• H. Goldstein, Classical Mechanics (3rd edition), Addison-Wesley, 2001
Secundária/Secundary
• L. Landau, E. Lifshitz, Física Teórica, (Vol 1.) – Mecânica, MIR, 1978

Mapa X - Tópicos Física de Partículas, Astrofísica e Cosmologia

6.2.1.1. Unidade curricular:
Tópicos Física de Partículas, Astrofísica e Cosmologia

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

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Mário João Martins Pimenta (0.00),
Como opção esta UC não funcionou no semestre considerado.

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introduzir o aluno à área de Física de Partículas, Astrofísica e Cosmologia. Perceber os principais temas de investigação teóricos e experimentais neste campo e a relação entre as diferentes subáreas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Introduce the student to the area of Particle Physics, Astrophysics and Cosmology. The sudent should understand the main theory and experimental research topics in the field and the relation between the different subareas

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Física de Partículas: O Bosão de Higgs. Quebra espontânea de simetria no Modelo Standard. Violação de CP no sector escalar.
Violação espontânea de CP. Supersimetria. Constrangimentos experimentais e sinais no LHC.
Astropartículas: Os Raios cósmicos; detecçao directa da matéria escura.
Relatividade e Cosmologia: Buracos negros e ondas gravitacionais

6.2.1.5. Syllabus:
Particle Physics: Higgs boson. Spontaneous Symmetry Breaking in the Standard Model. CP violation in the scalar sector. Conditions for spontaneous CP violation. Supersimmetry as a multi-Higgs model. Experimental constraints and LHC signals.
Astroparticles: cosmic rays, direct detection of dark matter.
Relativity and Cosmology: Black holes and gravitational waves.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, os pontos dos conteúdos programáticos,

descritos em 6.2.1.5 são os necessários para dotar os alunos dos conhecimentos e competências no domínio da UC.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, the syllabus (point 6.2.1.5) includes the subjects needed to give the students the competences,knowledge and skills required in the domain of the UC.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Trabalho

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Written work

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
A determinar em cada ano, A determinar em cada ano, 2009, A determinar em cada ano

Mapa X - Dissertação de Mestrado em Engª Física Tecnológica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Dissertação de Mestrado em Engª Física Tecnológica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Pedro Brogueira (0.00), Maria Stadler (0.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Marta Leitão Mota Fajardo (0.0), Pedro José de Almeida Bicudo (0.0), João Carlos Carvalho de Sá Seixas (0.0), Reinhard Horst Schwarz (0.0), João Alberto dos Santos Mendanha Dias (0.0), Horácio João Matos Fernandes (0.0), Luís Miguel de Oliveira e Silva (0.0), Pedro José Oliveira Sebastião (0.0), Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas (0.0), Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler (0.0), Bruno Miguel Soares Gonçalves (0.0), Rachid Ayouchi (0.0), Mário António Prazeres Lino da Silva (0.0), Carlos Augusto Santos Silva (0.0), Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima (0.0), Lídia dos Santos Ferreira (0.0), Katharina Lorenz (0.0), Paulo Sérgio de Brito André (0.0), Pedro Jorge dos Santos Assis (0.0), Vasco António Dinis Leitão Guerra (0.0), Luís Filipe Moreira Mendes (0.0), Eduardo Filipe Vieira de Castro (0.0), Gonçalo Nuno Marmelo Foito Figueira (0.0), Ilídio Pereira Lopes (0.0)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Elaboração de uma dissertação de Mestrado em Engenharia Física Tecnológica.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Preparation of a Master thesis in Physical Engineering.
Skills to prepare and execute a project and develop research on a subject.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Exploração e desenvolvimento de um tema de Engenharia Física, numa dupla perspectiva monográfica e de investigação.

6.2.1.5. Syllabus:
To develop and expand on a subject of Physical Engineering, including both a monographic study and research work.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A realização da dissertação concretiza o objectivo da unidade curricular, dando aos estudantes a formação necessária para trabalho autónomo, bem como de realização de projecto e de investigação, em todas as suas etapas de desenvolvimento.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The accomplishment of the dissertation satisfies the objectives of the UC supplying the necessary training for autonomy, as well as for leading a project and research in all their stages of development.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Apresentação escrita da dissertação de Mestrado. Apresentação e discussão oral da mesma.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Written and oral presentation (and discussion) of the Master thesis.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á no contacto intensivo com ambiente de investigação profissional e desenvolvimento de pesquisa de informação, aplicação de conceitos e resolução de questões que surgem ao longo do tratamento do tema da dissertação. Esta abordagem permite cumprir os objetivos da formação.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts in close connection with a professional environment and the supervisor will allow to fulfill the intended learning outcomes, namely to develop ability for collecting information, creativity and skills for analysis and finding solutions for a complex problem.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Artigos, relatórios e monografias sobre o assunto em estudo, Vários, dependem do tema de trabalho.

Mapa X - Técnicas de Diagnóstico e Medida

6.2.1.1. Unidade curricular:
Técnicas de Diagnóstico e Medida

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Carlos Silva (56.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Horácio João Matos Fernandes (14.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Ensino de técnicas de diagnóstico e análise de dados usadas na física experimental de plasmas

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Learning diagnostics and detection techniques applied in Plasma Experimental Physics

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Descrição geral das técnicas de diagnóstico usadas em física dos plasmas. Descrição detalhada das técnicas seguintes (incluindo laboratórios): sondas eléctricas e magnéticas, reflectometria e propagação de ondas, espectroscopia. Técnicas de processamento de sinal.

6.2.1.5. Syllabus:
Overview of diagnostic techniques applied in experimental plasma physics. Detailed description of the following techniques (including laboratories): electrical and magnetic probes, reflectometry and wave propagation, spectroscopy. Signal analysis.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos da física experimental de plasmas, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de atividades de pesquisa autónoma.

São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos e dos modelos teóricos, quer a aplicação em ambiente laboratorial.

Os tópicos que se apresentam abrangem os principais conceitos de base intervenientes, quer na física experimental de plasmas bem como as ferramentas usualmente mais aplicadas, incluindo as de análise de sinal. Proporcionam, assim, um todo contínuo de informação, abrindo ainda perspetivas de investigação.

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

The syllabus covers the main theoretical and practical applications of experimental plasma physics, allowing the student to review and deepen the background knowledge and acquire new knowledge to assist in the training in Physics Engineering, enabling him to learn also through an autonomous research.

The theoretical basis is provided, together with the essential concepts and application examples, asking students to study theoretical models and their application in laboratory environment.

The topics cover the main concepts involved, either in plasma physics experiments as well as the most commonly applied tools, including signal analysis. They provide thereby a continuous whole of information including the research prospects.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC envolve um conjunto de metodologias de ensino ensino, que tentam cobrir várias áreas de desenvolvimento pedagógico, incluindo: (i) Aulas teóricas; (ii) Análise de casos de estudo reais (exemplos práticos), identificando diferentes problemas abordando as várias temáticas da UC; (iii) Aulas de laboratório onde os conhecimentos adquiridos são aplicados; (iv) Apresentação e discussão dos resultados através de relatórios; e (v) Desenvolvimento de um projecto apresentado oralmente aos colegas, respondendo às questões apresentadas pelos colegas e pelo docente. A lecionação tem lugar em ambientes de aprendizagem que permitam o trabalho individual e em grupo. São incluídos aulas em tópicos expecificos com recurso a convidados exteriores à UC, para aprofundamento de temas e reflexão sobre exemplos relevantes nas matérias lecionadas. A avaliação inclui fichas sobre os trabalhos de laboratório e projecto final sobre uma técnica experimental.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course involves a set of educational teaching methodologies, trying to cover various areas of educational development essential to the formation in Physics Engineering, including: (i) Lectures; (ii) analysis of real case studies (practical examples), identifying different problems addressing the various themes of UC; (iii) laboratory classes where the acquired knowledge is applied; (iv) presentation and discussion of the results through reports; and (v) Development of a project presented orally to colleagues and answering to questions from colleagues and teachers. Teaching takes place in learning environments that allow individual and group work. Classes in specific topics using external guests are typically included, to deepen the knowledge on relevant topics. The evaluation includes reports on the laboratory activities and final work about an experimental technique

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular, nomeadamente desenvolvendo trabalhos experimentais coerentes e interrelacionados. Assim considera-se essencial a realização de trabalhos práticos que permitam o confronto com problemas reais e complexos nesta área.

Diferentes tipos de metodologias de aprendizagem são utilizados na UC: (i) realização e discussão trabalhos de laboratório que permite a aplicação dos conteúdos programáticos; (ii) Projecto final individual que estimule a interpretação de um problema expecifico, testando a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar, criticar e resolver problemas. Os alunos devem identificar desafios, perceber os problemas e propor soluções.

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

The teaching methods are designed so that students can develop a comprehensive understanding of the potential in this area, while ensuring compliance with the objectives of the course, in particular by developing coherent and interrelated experimental work. Thus it is considered essential to carried out the practical work to enable the confrontation with real and complex problems in this area.

Different types of learning methodologies are used in the UC: (i) carrying out laboratory work and discussion that allows the application of the syllabus; (ii) individual final project that stimulates the interpretation of expecific problems, testing the student's ability in an individually and integrated way, to interpret, criticize and solve problems. Students must identify challenges, realize the problems and propose solutions.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Principles of Plasma Diagnostics, I. H. Hutchinson, 2005 , Cambridge University Press

Mapa X - Física e Engenharia Nuclear

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física e Engenharia Nuclear

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
UC de opção que não funcionou e não tem responsável atribuído

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Estudo de conceitos básicos de física nuclear e das suas aplicações tecnológicas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Study of general aspects of nuclear physics and its application to different aspects of scientific research, in industry and engineering.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
I ? Àtomos e núcleos. Propriedades básicas. Estabilidade e decaímento.
Processos e estrutura nucleares. Fissão. Fusão.
II ? Sistemas nucleares. Aceleradores de partículas. Reactores nucleares:
Tipos e forma de operação. Tratamento de resíduos radioactivos.

6.2.1.5. Syllabus:
I - Atoms and nuclei. Basic properties. Stability and decay. Nuclear processes
and nuclear structure. Fission.Fusion.
II - Nuclear Systems. Particle accelerators. Nuclear reactors: types and operation.
Radioactive waste disposal.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5 são os necessários para dotar os alunos dos conhecimentos e competências no domínio da UC.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, syllabus (point 6.2.1.5) includes the subjects needed to give the students the competences, knowledge and skills specific to the technical domain of the UC.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Pequenos trabalhos ao longo do semestre.
Trabalho final com apresentação oral.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Small reports along the semester.
Final report on specific subject. And oral presentation.

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Introductory Nuclear Physics , K.S. Krane, 1987, John Wiley and Sons

Mapa X - Controlo em Tempo Real

6.2.1.1. Unidade curricular:
Controlo em Tempo Real

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Horácio João Matos Fernandes (49.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
João Carlos Nogueira de Brito Fortunato (21.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Fornecer aos alunos uma introdução sobre os conceitos e ferramentas utilizado em sistemas de tempo real e os métodos de análise relacionados bem como o exemplo prático do seu projecto e desenvolvimento.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
This UC is intended the student an introduction on concepts and tools used in real-time systems and the main methods for it's analysis, project and development.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1) Definição de tempo-real e máquinas de estado.
2) Sistemas operativos adequados.
3) Implementações e arquitecturas. Adaptação de códigos e normas de sistemas de tempo real.
4) Interfaces de rede adequados.
5) Sincronismo e gestão temporal: latência e relógios.
6) Conceitos de análise e modelação de sistemas de controlo em tempo real.
7) Sistemas críticos, segurança e tolerância a falhas. Redundância.

6.2.1.5. Syllabus:
1) Definition of Real-Time and state machines
2) Dedicated Operating Systems.
3) Implementation and architectures. Suitable languages for real-time standards.
4) Real Time Network interfaces.
5) Synchronicity and timing management: latency and clocks.
6) Modeling and analysis concepts for real-time systems .
7) Critical Systems, security and fault tolerance. Redundancy.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias à programação direta de micro-controladores com a filosofia inerente aos sistemas de tempo-real. A intensa actividade laboratorial garante a interiorização necessária dos conhecimentos adquiridos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Given the UC learning objectives , the program contents are intended to endow students with the knowledge and skills necessary to programming micro-controllers with the philosophy inherent to real - time systems. The intense laboratory activity ensures the necessary internalization of acquired knowledge .

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A aplicação de conhecimentos é realizada no decorrer da UC de uma forma prática em 3 laboratórios de

desenvolvimento acumulado, dois deles com base em experiências físicas e um efectuado com simulador (Simulink/Matlab). Os laboratórios têm avaliação contínua e sobre os relatórios apresentados.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The student development is carried out during the course in practical classes consisting on 3 cumulative development laboratories. Two of them are based on physical experiments and the last one performed with a simulator (Simulink / Matlab). The laboratories have a continuous assessment and the student should deliver reports from each experiment.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na aplicação dos conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de prática assistida e de trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações do 1º ciclo.

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Real-Time Computer Control: An Introduction (2nd Edition) , Stuart Bennett , 1994, Prentice Hall PTR
Real-Time Systems Design and Analysis, Phillip A. Laplante, 2004, Wiley-IEEE Press;

Mapa X - Laboratório de Física Atómica, Óptica e Física das Radiações

6.2.1.1. Unidade curricular:
Laboratório de Física Atómica, Óptica e Física das Radiações

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos (140.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Márcia Margarida Varanda Quaresma (63.00), Luís Miguel Faria Pereira Lopes da Silva (63.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Familiarização com as experiências fundamentais em Física Microscópica Moderna, com especial incidência em Física Atómica, Óptica e Física das Radiações. Aplicação de métodos experimentais em problemas mais complexos. Aquisição de técnicas e métodos experimentais e espírito crítico próprios de um experimentalista. Aprofundamento da compreensão das relações entre a experiência e a teoria em física microscópica.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Familiarization with basic experiments in Modern Physics, with special incidence in Atomic Physics, Optics and Radiation Physics. Application of experimental methods to more complex problems. Acquisition of experimental techniques and methods and of an experimentalist critical attitude. To deepen the understanding of the relations between experience and theory in Microphysics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Física Atómica
Descoberta do eletrão. Modelo atómico de Thomson. A experiência de Rutherford. O quantum de luz. Motivações da teoria quântica. O átomo de Bohr. Níveis atómicos. Espetros atómicos. Espetrómetros óticos. Experiência de Franck-Hertz. Emissão termiónica. Raios X.
Óptica
Efeito de Döppler acústico e ótico. Interferência; anemometria laser. Difração escalar e ótica de Fourier; redes de difração.
Física das Radiações
Lei do decaimento radioativo. Tipos de radiação. Transições atómicas e nucleares. Secção eficaz. Ionização. Interação de gamas com a matéria e sua absorção. Espetroscopia gama. Radiações e efeitos biológicos.
Detetores de Radiação
Detetores de ionização e de cintilação; Geigger-Muller. Fotomultiplicadores. Introdução ao equipamento eletrónico.
Análise de dados

Estatística e tratamento de dados. Distribuições de Poisson e de Gauss. Qui2 e ajustes. Propagação de erros.

6.2.1.5. Syllabus:

Atomic Physics:
Discovery of the electron. The Thomson atomic model. The Rutherford experiment. Light quanta. Motivations of quantum theory. The Bohr atomic model. Atomic levels. Atomic spectra. Fine structure. Optical spectrometers. The Zeeman effect. The Franck-Hertz experiment. Termionic emission. X rays.

Optics:
Interference; laser anemometry. Scalar diffraction and Fourier optics; diffraction gratings.

Radiation Physics:
Law of radioactive decay. Types of radiation. Atomic and nuclear transitions. Cross section. Ionization. Interaction of gammas with matter and its absorption. Gamma spectroscopy. Radiations and biological effects.

Radiation Detectors:
Ionization and scintillation detectors; Geigger-Muller. Photomultipliers. Introduction to the electronic equipment.

Data Analysis:
Statistics and data handling. Poisson and Gauss distributions. Chi2 and adjustments. Error propagation.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5 incluem os temas necessários para estudantes desenvolverem os conhecimentos e competências requeridas.

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

Considering the objectives of this the UC, the syllabus covers the essential and necessary subjects for the accomplishment of the objectives.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação contínua de conhecimentos através da qualidade e nível de compreensão do trabalho experimental realizado no laboratório assim como do conteúdo do Diário de Bordo (70%); apresentação oral de um trabalho redigido sob a forma de artigo (30%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Continuous evaluation of knowledge through the quality and level of understanding of the experimental work carried on in the laboratory as well as of the personal Logbook?s content (70%); oral presentation of a work written as an article (30%).

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

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Laboratório de Física Atómica, Óptica e Física das Radiações, Textos de Apoio de Aulas teóricas e Guias de Lboratórios, S. Ramos, P. Bordalo, 2007-2016, IST
- Experiments in Modern Physics, A. Melissinos, 1966, Academic Press
- The Art of Experimental Physics, D. W. Preston, E. R. Dietz, John Wiley & Sons, 1992
- Introductory Nuclear Physics, K.S. Krane, John Wiley & Sons, 1988
- Óptica, E. Hecht, Trad. J. Rebordão, Fund. Cal. Gulbenkian, 1994
- Statistical Data Analysis, G. Cowan, Oxford Science Publicactions, 1998

Mapa X - Teorias de Unificação

6.2.1.1. Unidade curricular:
Teorias de Unificação

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
João Paulo Ferreira da Silva (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Dar aos estudantes uma introdução ao Modelo Standard de Unificação das interacções electromagnéticas, fracas e fortes, dando ênfase também às grandes questões em aberto.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Give the students an introduction to the Standard Model of Unification of the electromagnetic, weak and strong interactions, with emphasis also on the grand open questions.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1.Introdução
Simetrias globais, locais e a sua quebra expontânea. O teorema de Goldstone.
Mecanismo de Higgs. Teorias de gauge não-abelianas.
2.O Modelo Standard (MS)
O Lagrangeano MS. Correntes neutras e carregadas. O mecanismo de GIM.
Acoplamentos de Yukawa e massas de fermiões. A matriz CKM: propriedades gerais e determinação experimental.
Triângulos de unitaridade, testes experimentais e a procura de Nova Física.
As interações Fortes: cromodinâmica quântica, confinamento da cor, e a evolução da constante de acoplamento em QCD.
3.Extensões do MS
Massas e oscilações de neutrinos. O mecanismo seesaw. A matriz PMNS: conhecimento atual e perspetivas futuras.
Simetrias do sabor e o enigma do sabor. Sistemas multi-Higgs. Violação expontânea de CP. Quarks vetoriais.
4.Grande Unificação
Ideias básicas. Elementos de Teoria de Grupos. Os modelos de grande unificação SU(5) e SO(10). Decaimento do protão, massas de neutrinos.

6.2.1.5. Syllabus:
1.Introduction:
Global, local symmetries and their spontaneous breaking. The Goldstone theorem. The Higgs mechanism. Non-abelian gauge symmetries.
2. The Standard Model (SM):
The SM Lagrangian. Charged and Neutral Currents. The GIM mechanism.
Yukawa couplings and fermion masses. The CKM matrix: general properties and its experimental determination.
The unitarity triangle, experimental tests, and search for New Physics.
Strong interactions : quantum chromodynamics, color confinement, and the running coupling constant in QCD.
3. Extensions of the SM:
Neutrino masses and oscillations. The seesaw mechanism. The PMNS matrix: present knowledge and future perspectives. Flavour symmetries and the flavour puzzle. Multi-Higgs systems. Spontaneous CP violation. Vector-like quarks.
4. Grand-unification:
Basic ideas. Elements of group theory. The SU(5) and S0(10) grand-unified models. Proton-decay, neutrino masses.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, o conteúdo programático, descrito em 6.2.1.5, é o necessário para dotar os alunos dos conhecimentos e competências no domínio da UC.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, syllabus (section 6.2.1.5) includes the subjects needed to give the students

the competences, knowledge and skills specialized to the domain of the UC.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O ensino é ministrado em aulas teóricas, com escolha de um livro padrão para cada parte e frequente proposta de trabalhos para casa. A avaliação é feita através de exame final, em duas datas. O docente está disponível em horário extra para esclarecimento de dúvidas e/ou discussão dos exercícios propostos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Teaching consists in theory classes, with choice of a set book for each part and frequently proposed homework assignments. The evaluation is made through a final exam, on two dates. The teacher is available outside classes to answer questions and/or discuss the proposed exercises.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Esta é uma unidade curricular (UC) avançada que só pode ser dominada completamente através de um estudo independente da bibliografia proposta e atempada resolução dos exercícios. A UC está estruturada por forma a conseguir este objectivo. Todos os conceitos são introduzidos desde exemplos mais fáceis até exemplos mais complexos, dando aos alunos tempo para digerir cada nova técnica. São destacados resultados de importância histórica, dando aos alunos a cultura necessária a quem segue esta área do conhecimento.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
This is an advanced course which can only be fully grasped by an independent study of the proposed literature and timely resolution of homework problems. The course is structured to achieve this aim. All examples are presented in increasing level of difficulty, allowing the students time to digest each new technique. Historical results are highlighted, immersing the students in the field's history and culture.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
Gauge Theories of the Strong, Weak and Electromagnetic Interactions : Chris Quigg 1997 The Benjamin/ Cummings Publishing Company
CP Violation: G.C. Branco, L. Lavoura, J. P. Silva. 1996 World Scientific
Massive Neutrinos in Physics and Astrophysics: R.N. Mohapatra and Palash Pal 1991 World Scientific
Grand-Unified Theories: Graham Ross 2003 The Benjamin/ Cummings Publishing Company.
Quarks and Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics: F. Halzen, A. D. Martin 1984 Wiley
O Modelo Standard das Interacções Fracas: J. C. Romão 2013 Edição do Autor
BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
Exploring Fundamental Particles: Lincoln Wolfenstein, João P. Silva 2011 CRC Press
Gauge Theories in Particle Physics: A Practical Introduction, Fourth Edition: I.J.R. Aitchison, A.J.G. Hey 2012 CRC Press
Modern Particle Physics: Mark Thomson 2013 Cambridge University Press

Mapa X - Complementos de Electrónica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Complementos de Electrónica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
João Figueirinhas (63.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os objectivos desta unidade curricular consistem em fornecer ao aluno conhecimentos detalhados na área da electrónica de potência abrangendo o funcionamento do transformador monofásico, de andares de saída, de conversores electrónicos de potência e controlo de potência com realimentação negativa. A unidade curricular foca o funcionamento dos diferentes sistemas assim como o seu projecto e simulação computacional por software apropriado. A ligação a aplicações reais em laboratórios de investigação em Física é também estabelecida.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The objectives of this course are to give the students detailed knowledge on the area of power electronics covering the

single phase transformer, output power stages, power converters and control with negative feedback. The course covers the analysis of the operation of the different systems as well as their project and simulation through appropriate software. The connection with real applications in research physics laboratories is also established.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Análise do transformador monofásico; transformador perfeito, ideal e com núcleo de ferro. Esquema de Steinmetz. Projeto do transformador.
2. Andares de saída de amplificação; Andar em classe A, B, e AB. Polarização, função de transferência, eficiência. Transístores de potência e dissipação térmica.
3. Conversores eletrónicos de potência; Conversores com comutador em ponte, tipo AC-DC, DC-AC, DC-DC e AC-AC. Conversores DC-DC comutados: Conversor redutor, amplificador e redutor amplificador. Análise do funcionamento. Controle do conversor. Conversores em ponte: Conversor em meia ponte e em ponte completa. Conversores com transformador: conversor em ponte, vai-vem, direto e de retorno.
4. Controle de potência com realimentação. Comportamento dinâmico de sistemas lineares e invariantes no tempo realimentados. Aplicação no controlo de: Conversores, em motores DC, em posicionadores e em aquecimento e refrigeração.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Study of the monophasic transformer. Perfect, ideal and with Iron nucleus transformer. Steinmetz scheme. Project of the transformer.
2. Output amplifier stages. Class A, B and AB output stages. Biasing, transfer function, efficiency. Power transistores and power dissipation.
3. Electronic power converters. Different converters and their construction with the H Bridge switch; types AC-DC, DC-AC, DC-DC and AC-AC. Switching type DC-DC converters: Buck, Boost and Buck-Boost converters. Functioning analysis. Output voltage control with feedback. Bridge converters: Half bridge and full bridge converter. Converters with transformer; bridge converter, push-pull, forward and flyback converters.
4. Power control with feedback. Introduction to the dynamic behaviour of linear and time invariant systems with feedback. Application in the control of: Converters, DC motors, positioners and heating and refrigeration.
.

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

Os objetivos da unidade curricular (UC) centram-se no desenvolvimento de competências na área da análise e projeto de circuitos eletrónicos de potência, incluindo o transformador monofásico, andares de saída de amplificadores, os conversores eletrónicos de potência e o controlo dos diferentes sistemas através de realimentação negativa. Nesse sentido o programa da UC inclui quatro capítulos que focam cada um dos tópicos listados e fazem uma abordagem detalhada dos respetivos temas, promovendo o alcançar dos objetivos da UC. A apresentação de caracter teórico feita sobre o tema de cada capítulo é complementada pela realização de trabalhos de laboratório que ilustram em detalhe os tópicos em estudo. A complementaridade entre a apresentação de caracter teórico de cada tema e a realização de trabalhos de laboratório ilustrativos do mesmo, constitui também um fator importante na promoção das condições para o alcançar dos objetivos da unidade curricular.

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

The objectives of the course are focused on developing skills in the analysis and design of power electronic circuits, including the single-phase transformer, the output stages of amplifiers, the electronic power converters and the control of the different systems through negative feedback. In this sense the program of the course includes four chapters that focus respectively each of the listed topics and make an extensive and detailed discussion of the respective subject, thus promoting the conditions for attaining the objectives of the course. The theoretical presentation on the topic of each chapter is complemented by the completion of laboratory work that illustrates in detail the topics under study. Complementarity between the theoretical presentation of each topic and the laboratory work carried out, illustrative of the same subject, is also an important factor in promoting the conditions for the attaining of the objectives of the course.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A atividade letiva compreende aulas teóricas e de laboratório. Nas aulas teóricas a matéria é exposta detalhadamente recorrendo ao uso do quadro. Esta exposição é complementada pela resolução de problemas que focam os tópicos mais relevantes apresentados. As aulas de laboratório decorrem num laboratório próprio equipado com quatro estações de trabalho independentes. A avaliação de conhecimentos inclui uma componente de avaliação contínua baseada nos relatórios dos trabalhos de laboratório realizados com um peso de 35% da nota final e a realização de dois testes, um no meio do semestre e outro no final do mesmo em alternativa a um exame a realizar no final do semestre com um peso de 65% da nota final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching activity comprises lectures and laboratory sessions. In the lectures the material is exposed in detail with

the help of the blackboard. This exposition is complemented by solving specific problems that focus on the most relevant topics presented. The lab classes take place in its own laboratory, equipped with four independent workstations. The assessment includes a continuous assessment component based on the reports from the lab sessions performed, with a weight of 35% of the final grade and the realization of two tests, one in the middle of the semester and one at the end of it as an alternative to an examination to be held at the end of the semester with a 65% weight of the final grade.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino na UC inclui aulas teóricas de exposição das matérias e aulas de laboratório. Nas aulas de laboratório, onde são estudados os sistemas mais relevantes apresentados nas aulas teóricas, os conhecimentos já adquiridos são utilizados na análise e interpretação dos resultados experimentais obtidos. A existência das componentes teórica e de laboratório na estrutura de ensino da UC é um fator fundamental no estabelecimento de um equilíbrio entre as competências de índole teórico e experimental que são adquiridas com a UC. Este facto permite também um significativo aprofundamento da compreensão dos temas abordados em conjunto pelas duas componentes, promovendo desta forma as condições para serem alcançados os objetivos da UC. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodology in the course includes lectures and laboratory classes. In the laboratory classes, where the most relevant systems presented in the lectures are studied, the skills already acquired are used in the analysis and interpretation of the experimental results. The existence of both theoretical and laboratory components in the educational structure of the course is a key factor in establishing a balance between the skills of theoretical and experimental nature that are acquired with the course. This fact also allows a significant deepening of the understanding of the issues addressed jointly by the two components, thus promoting the conditions to attain the course objectives. The teaching methodologies will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Microelectronic Circuits, Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith, 1998, Oxford University Press New York, Oxford, ISBN 0-19-511690-9
Circuitos com Transistores Bipolares e MOS, Manuel de Medeiros Silva, 1999, Fundação Calouste Gulbenkian Lisboa, ISBN 972-31-0840-2
Electrotecnia Teórica 1ª e 2ª parte, J.F. Borges da Silva, 1995, Edição de Autor.
Linear Control System Analysis and Design, John J. D'Azzo, Constantine H. Houpis, 1975. McGraw-Hill ISBN 0-07-016179-8

Mapa X - Física Estatística

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física Estatística

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Vasco Guerra (63.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Estudo de sistemas clássicos e quânticos com um número muito grande de graus de liberdade. Determinação das propriedades macroscópicas a partir da estructura microscópica que caracteriza o sistema em equilíbrio. Estudo de flutuações e aproximação ao equilíbrio de sistemas fora do equilíbrio. Todos estes aspectos serão ilustrados por exemplos práticos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Study of classical and quantum systems with a large number of degrees of freedom. To interpret the macroscopical behaviour from the microscopic structure of the system in equilibrium. Study of fluctuations and approach to equilibrium in systems out of equilibrium. All these topics will be illustrated by examples taken from physical systems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

I) Revisão de Termodinâmica. II) Estatística clássica de sistemas em equilíbrio. Teoria cinética dos gases. Distribuição de Maxwell. Distribuição de Boltzmann. Relação entre Física Estatística e Termodinâmica. Significado estatístico da entropia. III) Teoria dos Ensembles. Mecânica clássica e espaço fase. Teorema de Liouville. Ensemble Microcanônico. Ensemble Canônico. Ensemble Grande Canônico. Matriz densidade. Exemplos. IV) Estatísticas Quânticas. Estatística de Fermi-Dirac. Estatística de Bose-Einstein. Condensação de Bose. Aplicações à determinação dos calores específicos de metais, à radiação do corpo negro e a estrelas anãs brancas em astrofísica. V) Transições de fase. Fenómenos críticos. Teoria de Landau. Modelo de Ising a uma dimensão. VI) Processos irreversíveis e Flutuações. Movimento Browniano. Difusão. Eq. de Langevin. Eq. de Fokker Planck. Teorema de Boltzmann. Equação de Boltzmann. A hierarquia BBKGY.

6.2.1.5. Syllabus:

I) Introduction. Useful concepts from thermodynamics. II) Classical statistics of systems in equilibrium. Kinetic theory. Maxwell, Boltzmann and Gibbs distributions. Relation between statistics and thermodynamics. Statistical meaning of entropy. III) Theory of Ensembles. Classical Mechanics and phase space. Liouville theorem. Microcanonical ensemble. Canonical ensemble. Grand canonical ensemble. Density matrix. Examples. IV) Quantum statistics. Fermi-Dirac systems. Bose-Einstein systems. Bose consensation. Applications to the determination of specific heath of metals, to black body radiation and to white dwarf stars in astrophysics. V) Phase transitions. Critical phenomena. Order parameter and critical exponents. Landau theory. Ising model in one dimension. VI) Irreversible processes and fluctuations. Thermodynamical fluctuations. Brownian motion. Diffusion. Langevin and Fokker Planck equations. Boltzmann theorem. Boltzmann equation. The BBKGY hierarchy.

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

A UC introduz o aluno aos principais tópicos e aplicações da Física Estatística, que forma a continuação natural da UC de Termodinâmica e Estrutura da Matéria. São fornecidas as bases teóricas e os conceitos fundamentais, passando por vários exemplos de aplicação, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica.

A formação em Fisica Estatística é estruturante, já que contitui uma poderosa ferramenta de estudo e análise em física e em engenharia, com domínio de aplicação praticamente ilimitado. A UC está organizada de modo a reforçar esta ideia, com uma escolha de tópicos abrangente e apresentando vários exemplos de aplicação.

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

This CU introduces the main topics and applications of Statistical Physics, which constitutes the natural continuation of the CU of Thermodynamics and the Structure of Matter. It presents the theortical bases and the fundamental concepts, including as well several exemples of application. This allows the student to review and strengthen previous knowledge, as well as to acquire new knowledge essential to his formation in Physics Engineering.

The formation in Statistical Physics is crucial, since it constitutes a powerful tool for the study and analysis in physics and engineering, with unlimited domain of application. The CU is organized as to reinforce this idea, with the choice of a wide range of topics and several exemples of application.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é feito através de exposição oral em aulas teóricas e em aulas de resolução de exercícios práticos. São incluídos na lecionação seminários com recurso a convidados exteriores à UC , para aprofundamento de temas e reflexão sobre exemplos relevantes nas matérias lecionadas.

A avaliação envolve a realização de testes escritos e exame final, onde se tentam incluir problemas e excertos de situações reais que devem ser analisados à luz dos conteúdos leccionados.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching involves oral exposition in theoretical lectures and classes of resolution of practical exercises. In addition, there are a few seminars with external invited lecturers, to allow a thorough discussion of specific topics and a reflection on some exemples of the topics covered.

The evaluation consists of written tests and a final examination, with problems and excerpts from real cases that should be analyzed based on the contents of the course.

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

The teaching involves oral exposition in theoretical lectures and classes of resolution of practical exercises. In addition, there are a few seminars with external invited lecturers, to allow a thorough discussion of specific topics and a reflection on some exemples of the topics covered.

The evaluation consists of written tests and a final examination, with problems and excerpts from real cases that should be analyzed based on the contents of the course.

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

The teaching methodology provides a solid formation in Statistical Physics, allowing the students to identify

challenges, understand the problems and propose solutions using various techniques. Different types of teaching methodologies are explored: seminars from specialists, resolution of pratical exercices and a final exam. The written final exam is an invidual proof that evaluates the student's ability to interpret, criticize and solve problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

MAIN BIBLIOGRAPHY

• Statistical Mechanics: K. Huang 1987 John Wiley & Sons
• Statistical Mechanics: R. K. Pathria 1980 Pergamon Press

SECONDARY BIBLIOGRAPHY
• Fundamentals of Statistical and Thermal Physics: F. Reif 1985 McGraw-Hill
• Thermodynamics and Statistical Mechanics: W. Greiner, L. Neise e H. Stocker 1997 Springer
• Statistical Physics of Particles: M. Kardar 2007 Cambridge University Press
• Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulation: M. E. Tuckerman 2010 Oxford University Press

Mapa X - Mecânica Quântica II

6.2.1.1. Unidade curricular:
Mecânica Quântica II

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Filipe Joaquim (63.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Familiarizar os alunos com métodos de cálculo próprios a sistemas mecanico-quânticos de N-partículas. Aproximações usuais no tratamento destes sistemas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Introduce students to the calculational-methods used in the analysis on N-particle systems. Training in the use of different approximations.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1- Revisão de conhecimentos de Mecânica Quântica (MQ) I.
2- Partículas Idênticas. Operador de troca, Bosões e Fermiões e simetria de troca das funções de onda de partículas idênticas, Princípio de Pauli, determinante de Slater.
3- Métodos de aproximação em MQ. Teoria de perturbações. Perturbações harmónicas, probabilidade de transição, ressonâncias. A aproximação Adiabática. Limite clássico da Equação de Schrodinger.
4- Colisões em MQ. Ondas parciais e desvios de fase. A aproximação WKB
5- Segunda Quantificação. Operadores de criação e aniquilação. Quantificação dos campos livres: campo escalar livre, campo de Dirac e campo eletromagnético.
6- Introdução à MQ relativista. Grupo de Lorentz. A equação de Klein Gordon. A equação de Dirac, as matrizes de Dirac e covariância. Partícula livre. O átomo de Hidrogénio. Limite não relativista da equação de Dirac. Simetrias discretas.

6.2.1.5. Syllabus:
I- Brief review of Quantum Mechanics
II- Identical Particles. Exchange operator. Bosons and Fermions. Exchange symmetry of the wavefunction for identical particles. Pauli Principle. Slater determinant.
III- Approximation Methods in non-Relativistic Quantum Mechanics. Perturbation Theory, including time dependent perturbation theory. Transition probability, selection rules. Atoms in the presence of an electric field: resonance approximation and transition rates. Adiabatic approximation and the H2 molecule.
IV- Collisions in Quantum-Mechanics. Partial waves and phase shifts.
V- Second quantification. Creation and annihilation operators . Quantification of free fields: scalar field, Dirac field and electromagnetic field.
VI- Introduction to Relativistic Quantum-Mechanics
Lorentz group. Klein Gordon equation. Dirac equation and Dirac matrices. Free particle. Hydrogen atom. Non-relativistic limit of the Dirac equation. Discrete symmetries.

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

Os conteúdos programáticos da unidade curricular abrangem um leque muito vasto de conceitos físicos e ferramentas de cálculo úteis para o estudo de sistemas físicos simples como os átomos. Além disto, os alunos adquirem conhecimentos fundamentais para a compreensão do funcionamento de sistemas como os lasers. O modo como a o programa está organizado segue uma sequência lógica (quase cronológica no contexto da História da Física), permitindo assim capacitar o aluno com métodos cada vez mais sofisticados, essenciais para o tratamento de problemas mais complexos. Neste sentido, são frequentemente realizadas atividades na aula em que o aluno (individualmente ou em grupo) é confrontado com um problema de dificuldade moderada. Este processo permite que os alunos desenvolvam as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.

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

The syllabus covers a wide range of physics concepts and calculation tools, useful to the study of simple physical systems like the Hydrogen atom. Besides this, the students acquire knowledge on subjects which are essential to understand systems like lasers, magnetic ressonance imaging, and others. The way the syllabus is organized follows a logical sequence (almost chronological in the contexto of Physics History), capacitating the student with more sophisticated methods, essential to the treatment of more complex problems. In this sense, class activities are often organize, in which the student (individually or in group) is confronted with problems of moderate difficulty.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e práticas (resolução de séries de problemas) com discussão de casos práticos como ilustração da aplicabilidade dos conteúdos programáticos.
Avaliação: Resolução de séries de exercícios ou testes e/ou exame final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical and practical classes (resolution of problem series) with discussion of practical cases as illustration of the applicability of the syllabus.
Evaluation: Problem solving and/or tests and/or final exam.

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

Visto tratar-se de uma unidade curricular de Física fundamental, o único modo coerente de atingir os objetivos de aprendizagem é apresentar os conteúdos programáticos em aulas teóricas (com discussão de casos práticos simultâneamente), seguido da resolução de problemas em que se apela à partipação dos alunos na discussão. Este processo permite consolidar o conhecimento adquirido aquando a apresentação dos conteúdos programáticos.

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

Since this is a fundamental Physics course, the only coherent way of reaching the learning outcomes is to present the syllabus contents in theoretical classes (discussing, simultaneously, practical cases), followed by the resolution/discussion of problems where the student is called to participate in the discussion. This process allows for a consolidation of the syllabus contentes.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Quantum Mechanics, D. G. Griffiths, 2005, Pearson Prentice Hall; Quantum Mechanics, L. I. Schiff, 1968, McGraw-Hill Companies

Mapa X - Mecânica Quântica I

6.2.1.1. Unidade curricular:

Mecânica Quântica I

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

Jorge Romão (63.00)

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

n/a

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

Dar ao estudantes uma introdução sólida aos conceitos fundamentais da Mecânica Quântica, e da sua aplicação a problemas de Física específicos. Os estudantes devem adquirir não só os conceitos e ideias básicas da Mecânica

Quântica, mas também os seus métodos de cálculo devendo ser capazes de aplicar estes conceitos e métodos a problemas simples.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Give to the students a solid introduction to the fundamental concepts of Quantum Mechanics and of its application to physical problems. Students should acquire the basic concepts and calculational methods and should be able to apply them in simple physical problems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1.A quebra da Física Clássica. Principais experiências. Principio de incerteza de Heisenberg. Grupos de onda. 2.Equação de Schrodinger. Operadores, valores próprios, funções próprias. Interpretação física. Aplicações a problemas unidimensionais. Oscilador harmónico. 3. Momento Angular Relações de comutação, spin. Valores próprios e funções próprias. Adição do momento angular. Coeficientes de Clebsch-Gordon. 4. Formalismo de Dirac Kets, Bras, Operadores. Representações matriciais. Representação de Schrodinger e de Heisenberg. 5. Potenciais com Simetria esférica . Harmónicas esféricas. O átomo de hidrogénio: massa reduzida, níveis de energia, funções próprias. 6. Métodos de aproximação Teoria de perturbações, os casos não-degenerado e degenerado. 7. Estrutura fina e hiperfina do átomo de Hidrogénio real. 8.Desigualdade de Bell (DB) Experiências de correlação de spin e DB. Implicações físicas.

6.2.1.5. Syllabus:

1.Inadequacy of classical physics. Principal experiments. Heisenberg uncertainty principle. Wave packets. 2. Schrodinger equation. Operators, eigenvalues, eigenfunctions. Physical interpretation. Applications to one dimensional problems. Harmonic oscillator, Hermite polynomials. 3. Angular Momentum. Commutation relations. Orbital angular momentum, spin.Eigenvalues and eigenstates. Addition of angular momenta. Clebsh-Gordon coefficients. 4. Dirac Formalism, Kets, Bras, Operators. Matrix representations. Schrodinger and Heisenberg pictures. 5.Spherically Symmetric Potentials. Separation of wave equation. The hydrogen atom: reduced mass, energy levels, eigenfunctions, 6. Approximatiom methods. Perturbation theory, the non-degenerate and degenerate cases. Variational methods. 7.The fine and hyperfine structure of the real hydrogen atom. 8. Bell inequality (BI) Spin correlation experiments and BI. Physical implications.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos da Mecânica Quântica, permitindo ao aluno adquirir uma sólida base de conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica, nomeadamente na disciplinas subsequentes do curso. Pretende-se ainda que o aluno desenvolva actividades de pesquisa autónoma.

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

The program of Quantum Mechanics covers the main topics and applications, giving a solid basis to the student and to his learning trajectory in the Engineering Physics degree, namely in the courses at the Master's level. It is also a goal that the student develops activities of autonomous study and research.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A componente lectiva desta disciplina é dada em duas aulas teóricas semanais que são complementadas com uma aula de problemas também semanal. É ainda disponibilizado um horário de dúvidas semanal. Para as aulas práticas são fornecidas todas as semanas séries de problemas que os alunos devem ter tentado fazer antes da respectiva aula prática. Nas séries de problemas são também incluídos problemas de simulação que os alunos deverão efectuar com o software Mathematica. A avaliação segue o regime normal no Instituto Superior Técnico de dois testes ou exame, conforme o estudante escolher.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching component of this course in given in two theoretical classes and one problem class per week. There is also a one period, each weak where the student can get help in any question regarding the course. For the problem classes every week it is given a series of problems that the student should try to do before the class. In these series of problems are also included simulation problems that the students should do with the help pf the Mathematica software. The evaluation is done as it is usual at Instituto Superior Técnico, in either two Tests or a final examination depending on the choice of the student.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objectivos da unidade curricular. Assim considera-se fundamental que os alunos realizem autonomamente os problemas das séries

fornecidas cada semana para testar a sua capacidade de aplicação dos conhecimentos adquiridos.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies were thought in such a way that the students can develop a broad knowledge in the field of Quantum Mechanics, in agreement with the goals and syllabus of the course. It is of fundamental importance that the students do autonomously the problems given each weak, as only in this way they can test their capacity in applying the concepts that were explained in class.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL
Quantum Physics, 3rd Edition
Stephen Gasiorowicz
2003
John Wiley & Sons

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA
Introduction to Quantum Mechanics, 2nd Edition
David Griffiths
2005
Pearson International Edition, Pearson Prentice Hall

Mecânica Quântica, Vol I:
M. Cardoso, M. Correia, S. Martins, R. Monteiro, M. Paulos, J. Rosa, J. Santos, P. Bicudo, P. Sacramento
2013
AEIST Press

Mapa X - Laboratório de Inovação e Desenvolvimento

6.2.1.1. Unidade curricular:
Laboratório de Inovação e Desenvolvimento

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Ana Mourão (21.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Responder ao desafio: O que eu gostava de ter feito e não tive oportunidade para fazer?
Colocar os alunos perante a situação de terem que definir um problema para investigar ou um projeto para concretizar.
Os objectivos podem ser atingidos quer fazendo um trabalho de laboratório, um protótipo ou uma simulação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Students are expected to define a task-project and to choose the methodology for its implementation. No restrictions regarding the implementation. Students can use a laboratory, they can use simulations or build a prototype.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Livres.

6.2.1.5. Syllabus:
Free option.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A total liberdade de opções para desenvolvimento de trabalho assegura a coerência com os objetivos .

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

Total freedom in choice of the project-work guarantees the coherence with the learning objectives

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Os estudantes têm total liberdade de escolha do projeto. O projeto é apresentado e discutido publicamente antes da implementação. O trabalho é realizado em grupos de 2 alunos.
A nota final é a nota do relatório, do trabalho de laboratório ou do protótipo atribuida na sequência de uma apresentação pública com a duração de 5 minutos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Students have total freedom in the choice of the project. The project is presented publicly before implementation. Implementation is in groups of 2 students
Classes are used to discuss and clarify details of the project.
The final grade is the evaluation of the final report, the work done at the laboratory or the prototype. T
he work is presented in a public session, 5 minutes duration.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A total liberdade de ação revela a coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Total freedom in action guarantees the coherence with the learning outcomes.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Qualquer livro ou qualquer documento.

Mapa X - Álgebra Linear

6.2.1.1. Unidade curricular:
Álgebra Linear

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
António Fernandes (147.00), José Mourão (0.00), Luís Magalhães (42.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Alfonso Zamora Saiz (42.00), Ricardo Coutinho Pereira dos Santos (105.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Formação básica em Álgebra Linear. Domínio das seguintes matérias: espaços vectoriais, transformações lineares, espaços euclideanos, valores e vectores próprios.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Understanding of the basics in Linear Algebra. Knowledge of vector spaces, linear transformations, Euclidean spaces, eigenvalues and eigenvectors.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Resolução de sistemas de equações lineares. Método de eliminação de Gauss. Matrizes e vectores. Inversão de matrizes.
Espaços lineares e transformações lineares. Independência linear. Bases e dimensão. Núcleo e contradomínio de uma transformação linear. Aplicações a equações diferenciais lineares.
Produtos internos e normas. Bases ortogonais e ortogonalização de Gram-Schmidt. Complementos ortogonais e projecções. Equações de rectas e planos. Mínimos quadrados.
Determinantes e aplicações.
Valores e vectores próprios. Subespaços invariantes. Diagonalização de matrizes. Transformações hermiteanas, anti-hermiteanas e unitárias. Formas quadráticas.

6.2.1.5. Syllabus:
Systems of linear equations. Gaussian elimination. Vectors and matrices. Inverse matrices. Linear spaces and linear

transformations. Linear independence, bases and dimension. Kernel and range of a linear transformation. Applications to linear differential equations. Inner products and norms, orthogonal bases and Gram-Schmidt orthogonalization, orthogonal complements and projection onto subspaces. Applications to equations of straight lines and planes. Least squares approximations. Determinants and their applications. Eigenvalues and eigenvectors. Invariant subspaces. Diagonalization of matrices. Hermitian, skew Hermitian, and unitary transformations. Quadratic forms.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos abrangem os tópicos básicos de Álgebra Linear e constituem uma base fundamental para que os alunos possam continuar o seu estudo e desenvolver investigação em áreas físico-matemáticas.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus covers the basic topics of linear algebra and is a key base for students to continue their study and develop research in physical and mathematical areas.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teóricas de exposição da matéria complementadas com sessões de resolução de problemas nas aulas práticas, individuais ou em grupo. A avaliação combina uma componente de avaliação contínua nas aulas práticas (opcional) e avaliação escrita dividida por 3 testes.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The topics covered in this course are discussed in larger lectures, while students meet to discuss problems and examples in smaller problem sessions where they can also work in groups. Evaluation combines grades from the problems session (optional) and 3 written midterm exams.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino constitui uma oportunidade não apenas para ter acesso a uma variedade de resultados e técnicas que são amplamente aplicados em problemas que ocorrem frequentemente na prática e na teoria, mas também permite ao aluno ganhar experiência num aspecto não menos fundamental: o de ser capaz de reduzir um problema a uma forma conveniente que permita este tipo de abordagem à sua solução.

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada, L. Magalhães, 1992, Texto Editora

Mapa X - Instrumentação Electrónica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Instrumentação Electrónica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Bernardo Carvalho (70.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Horácio João Matos Fernandes (42.00), Ruben André Soeiro Marques (0.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta disciplina pretende introduzir os alunas aos sistemas de transdução de sinal, isto é, transpor a informação de sistemas físicos para sinais eléctricos passiveis de serem medidos por sistemas electrónicos. O aluno devera ser capaz de desenhar e projectar um sistema de aquisição de dados de suporte a uma experiência de física por forma a permitir a operação da experiência de acordo com o nível de ruído, resolução, precisão e os objectivos físicos previamente definidos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course intends to give to the student an overview of signal transduction, more precisely how to read information from the physical word into an electronic device and to be able to process that data.
The student should be able to design an project an acquisition system to support a physics experiment and to dimension the apparatus accordingly to the specifications like noise immunity, resolution, precision and physics objectives.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1 Fundamentos de Medida, Unidades; Padrões;
2 Transdutores, Sensores; Princípios físicos; Calibração;
3 Pontes de medida de Wheatstone; Medidas de baixa resistividade; Pontes capacitivas;
4 Ruído e Massa; Ruído térmico; Conceitos de Massa e Terra, modo comum; acoplamentos capacitivos e indutivos; Protecções e efeitos fisiológicos da corrente eléctrica;
5 Amostragem de sinal; Aliasing perceptual e numérico; Sample-and-hold; Filtros Anti-aliasing, Introdução aos conversores ADC e DAC
6 Definição de sinal analógico e digital; Linhas de transmissão,
7 Condicionamento de sinal; circuitos baseados em AMPOPs; Aritmética, integradores e diferenciadores; Amplificadores de instrumentação, Filtros analógicos
9 Introdução à teoria de controlo; Controladores PID; Aplicação a sistemas físicos; Estabilidade;

6.2.1.5. Syllabus:

1 Measurement Fundamentals, Units, Standards
2. Sensors/Transducers, physical principles, Calibration
3 Wheatstone Bridges, Low resistivity measurements, Capacitive bridges
4 Noise and ground, Intrinsic noise, Earth and ground, Common mode, Capacitive and inductive coupling, Shielding and filtering, Physiological effects and protection
5. Signal sampling, Nyquist theorem, Perceptual and numerical aliasing, Sample-and-hold, Anti-Aliasing Filter. Introduction do ADC and DAC
6 Characterisation of analog pulses, Transmission lines
7. Signal conditioning, General OPAMPs design, Arithmetic and functional circuits,
8 Introduction to control theory, PID controller, Applications, Stability.

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

Os conteúdos programáticos preparam os alunos para a serem capazes de caracterizar os sinais que podem ser extraídos experiência científica e as suas limitações, elaborar os requisitos da instrumentação e projectar, modelar e implementar em Laboratório um conjunto de circuitos electrónicos típicos adaptados às características dos sinais, com o objectivo de melhorar a relação Sinal-Ruído e extrair o máximo de informação útil.

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

The course contents prepare the students to be able to characterise signal coming from a scientific apparatus and its limitations, to assemble the Instrumentation requirements and design, model and build in the Lab a set of basic electronic circuits adapted to the signal properties aiming to maximize the Signal to Noise Ratio and extract the most useful information of it.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia seguida baseia-se em aulas expositivas sobre os principais conteudos programáticos numa sequência apropriada à exploração seguida em laboratório. Nos laboratórios os alunos exploram alternadamente 2 trabalhos puramente de electrónica analógica, com dois trabalhos hibridos com auxílio de uma placa de microcontrolador, para automação e controlo. O método de avaliação baseia-se em 4 testes, em conjunto valendo 40% e a realização de 4 trabalhos de laboratório, valendo 60%.
Notas superiores a 17 requerem a elaboração dum projeto especial para defesa da nota.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Final grade is taken from the following contributions:
Written examination: 40%
4 Lab projects: 60%
Special project for grading above 17.

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

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
"Measurement and Instrumentation principles", Alan S. Morris and Reza Langari, 2011, Butterworth-Heinemann; "Electrônica" Vol 2, Millman, Halkias, 1981, Mc Graw-Hill; "Principles of Electronic Instrumentation and Measurement", Howard M. Berlin, Frank C. Getz, 1988, Prentice Hall

Mapa X - Projecto-MEFT

6.2.1.1. Unidade curricular:
Projecto-MEFT

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Pedro Brogueira (28.00), Maria Stadler (28.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Patrícia Carla Serrano Gonçalves (2.80), José Pizarro de Sande e Lemos (2.80), Rui Manuel Agostinho Dilão (5.60), João Carlos Carvalho de Sá Seixas (2.80), Vítor Manuel dos Santos Cardoso (2.80), Horácio João Matos Fernandes (2.80), Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas (14.00), João Manuel de Freitas Xavier (2.80), Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro (2.80), Luís Filipe Moreira Mendes (14.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Planeamento, desenvolvimento e execução de um projeto em Engenharia Física. Comunicação para audiências específicas e utilização de meios audio-visuais. Adquirir competências para trabalho autónomo e sua organização, independência de pensamento e espírito de iniciativa, para compreender problemas, analisá-los, propor e justificar soluções de forma integrada. Desenvolver capacidades de argumentação e de defesa de pontos de vista e comunicação com especialistas e não especialistas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Planning, development and execution of a project in Engineering Physics. Communication to specific audiences and use of audiovisual media. The students acquire skills for independent thinking and iniciative, autonomous work and its organization, to understand problems, analyze them, propose and justify solutions in an integrated way. They develop also capacity to argue and defend viewpoints, and skills of communication to experts and non-experts.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Definição e planeamento do projeto a realizar no âmbito da dissertação de mestrado. Organização, calendarização das etapas de execução, tarefas e etapas a assinalar. Recolha bibliográfica. Introdução e estado da arte do tema a abordar. Boas praticas de Comunicação

6.2.1.5. Syllabus:
Definition and planning of the project to be undertaken. Timeline, tasks breakdown and project milestones. Bibliographic search. Introduction and state of the art. Good practices of communication.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A realização pratica do trabalho de "hands-on" e "brains-on" a desenvolver pelos estudantes para cumprir os conteúdos programáticos dá as competências para trabalho de exploração autónoma e espírito de iniciativa, e ainda de boas praticas de comunicação para especialistas e não especialistas.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The practise of hands-on and brains-on imposed by the syllabus gives the skills to pursue autonomic work and iniciative, as well as good practices of communiation to experts and non-experts.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Trabalho Autónomo de recolha de informação, e pesquisa guiada por um orientador; Planeamento de projeto, praticas de comunicação em função de objectivos e características do público alvo.
Avaliação: presentação e Discussão Oral de Documento escrito + Documento Escrito + Vídeo. Documento escrito sobre projeto de investigação::Introdução e objectivos, Estado da arte, Bibliografia comentada, Calendarização dos trabalhos da Dissertação.A apresentação oral é seguida de discussão da mesma.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Autonomous work for collecting information, guided research, project planning, communication practices having in view a certain audience.
Evaluation: Oral Presentation and Oral Discussion of written report + Written report + video. The report includes: Introduction and Objectives. State-of-the-art, Commented Bibliography, Planning and timeline for the dissertation.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
As actividades realizadas pelo estudante permitem o desenvolvimemto das competências que são o objectivo da unidade curricular, pois dão ao estudante a capacidade de integrar, analisar e resolver problemas, e de o comunicar a audiências de especialistas (relatório) e não especialistas (video). A apresentação oral e o contacto com o orientador permite desenvolver capacidade de argumentação e de defesa de pontos de vista.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The activities performed by the student allow the developmemt of the learning outcomes, since they give the student the ability to integrate, interpret, analyse and solve problems, and communciate with audiences of experts (report) and non-experts (video). The oral presentation and the contact with the supervisor give the skill to argue and to defend viewpoints.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Artigos, relatórios e monografias vários sobre o assunto em estudo. Varia em função do tema.

Mapa X - Física dos Cristais Líquidos

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física dos Cristais Líquidos

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
João Luis Maia Figueirinhas (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A unidade curricular (UC) Física dos Cristais Líquidos (CL) tem objetivos formativos que se centram na transmissão de conhecimentos científicos e tecnológicos básicos relativos aos CLs. Pretende-se que seja adquirida uma compreensão detalhada dos conceitos físicos fundamentais para estes sistemas como sejam a existência de um variado polimorfismo, a estrutura das mesofases, a ordem orientacional e posicional molecular, a elasticidade de orientação, o comportamento ótico do meio birrefringente, a interação com superfícies, com campos elétricos e magnéticos e as transições de fase entre mesofases. Estes conhecimentos suportam a aprendizagem a ser feita das diversas tecnologias de mostradores baseadas em CL. Pretende-se introduzir os alunos às técnicas de caracterização de CL mais comuns incluindo a microscopia ótica polarizante, a difração de raios X e a ressonância magnética nuclear (RMN) aplicada ao estudo dos CL através da atividade experimental.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The course Physics of Liquid Crystals (LC) possesses training objectives that focus on the transmission of scientific and basic technological knowledge on Liquid Crystals. It is intended that students acquire a detailed understanding of the basic physical concepts for these systems such as the existence of a wide polymorphism, the structure of the mesophases, the molecular orientational and positional orders, the optical behaviour of the anisotropic medium, the interaction with surfaces and with electric and magnetic fields, and the phase transitions between the different mesophases. This knowledge supports the learning to be carried out of the various display technologies based on LCs. The most common characterization techniques of LCs including polarizing optical microscopy, X-ray diffraction and nuclear magnetic resonance (NMR) applied to the study of LCs will be introduced and dealt with experimentally.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1.Cristais Líquidos (CL) termotrópicos e liotrópicos. Introdução histórica. Mesofases dos CL.
2. Fases nemática (N), nemática quiral (N*), esmética A (SmA), C (SmC), C* (SmC*). Ordem molecular. Teorias estatísticas da fase N. Elasticidade de orientação. Interação com superfícies, campos magnéticos e elétricos. Dispositivos eletro-óticos; Células TN, SSFLC e PDLC.
3. Difração dos raios X em CLs. Lei de Bragg. Redes cristalinas. Difração nas fases, N e SmA.
4.Introdução à RMN. Equações de Bloch. Tempos de relaxação. Espectros de RMN e medição do parâmetro de ordem S.
Laboratório:
1.Caracterização de CLs por microscopia ótica polarizante. Texturas. Identificação de mesofases.
2.Obtenção e análise de figuras de difração de raios X nas fases N, SmA e SmC.
3.Medição de constantes elásticas e birrefringência por eletro-ótica.
4.Obtenção e análise de espectros de RMN e medidas de T1 nas fases I, N e SmA.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Liquid Crystals (LC) thermotropic and lyotropic. Historical introduction. LC mesophases.
2. Nematic phase (N), chiral nematic (N*). Smectic A phase (SmA), C (SmC), C* (SmC *) and CA* (SmC*A). Molecular order. Statistical theories of the N phase. Orientational elasticity. Interaction with surfaces, electrical and magnetic fields. Optical behaviour. Electro-optical devices; (TN), (SSFLC) and (PDLC) optical cells.
3. X-ray diffraction in LCs. Bragg law. Crystal lattices. X-ray diffraction in the N, SmA and SmC phases.
4. Introduction to NMR. Bloch equations. Relaxation times. NMR spectra and the order parameter S.
Laboratory
1. Characterization of LCs by polarizing optical microscopy. Textures. LCs phases' identification.
2. Recording and analysis of X-ray diffraction patterns in the N, SmA and SmC phases.
3. Measurement of elastic constants, and birefringence by electro-optics.
4. Recording and analysis of NMR spectra and T1 in the I, N and SmA phases.

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

Os objetivos da unidade curricular consistem na introdução aos CLs centrada no seu comportamento físico e na sua vertente tecnológica, incluindo a análise teórica e o estudo experimental dos diferentes tópicos. O programa da UC está dividido em quatro capítulos que incluem uma introdução aos CLs, seguida da análise detalhada das mesofases mais importantes e dos tópicos mais relevantes da física destes sistemas. São de seguida estudadas as células óticas na base das diferentes tecnologias de mostradores a CLs. Os dois últimos capítulos apresentam duas técnicas poderosas de estudo dos CLs que são a difração de raios X e a ressonância magnética nuclear aplicadas ao estudo dos CLs. Deste modo o programa proporciona uma iniciação ao conhecimento físico fundamental sobre estes sistemas, às suas mais relevantes aplicações tecnológicas assim como às técnicas mais usadas no seu estudo, criando as condições para o cumprimento dos objetivos definidos para a UC.

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

The objectives of the course are the introduction to LCs focused on their physical behaviour and technological aspects, including the theoretical analysis and experimental study of the different topics. In this sense the course program is divided into four chapters that begin with a general introduction to the LCs, followed by a detailed analysis of the most important mesophases and relevant topics of the physics of these systems. Next the optical cells at the base of the different LCD technologies are studied. The last two chapters present two powerful experimental techniques for the characterization of LCs which are the X-ray diffraction and the nuclear magnetic resonance applied to the study of LCs. Thus the program provides an introduction to fundamental physical knowledge about these systems, their most important technological applications as well as the experimental techniques most used in their study, creating the conditions for achieving the goals set for the course.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A atividade letiva inclui duas aulas teórico-práticas semanais de duas horas cada. Nas aulas é feita a exposição detalhada da matéria com auxílio da projeção do material a apresentar que está disponivel na página web da UC. A exposição na aula é complementada pela resolução de problemas de ilustração da matéria onde são desenvolvidos os tópicos mais relevantes apresentados. Algumas das aulas teórico-práticas são utilizadas na realização de trabalhos de laboratório que decorrem nas instalações do grupo do CeFEMA, Fluidos Complexos, NMR e Superfícies onde estão instalados os equipamentos a usar. A avaliação de conhecimentos inclui uma componente de avaliação baseada nos relatórios dos trabalhos de laboratório realizados com um peso de 35% e a realização de um exame escrito no final do semestre com um peso de 65% da nota final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching activity includes two weekly practice theoretical classes of two hours each. In the lectures a detailed exposition of the subjects is made, supported by the projection of the material to be presented in class, and available to

the students through the course web page. The exposition is complemented by the resolution in class of some illustrative problems where the most relevant topics presented are developed. Some practice theoretical classes are used to do laboratory work that takes place in CeFEMA's, Complex Fluids, NMR and Surfaces group facilities, where the equipment to be used is installed. The grading includes a continuous grading component based on the reports from the laboratory work performed with a weight of 35% of the final grade and the completion of a written exam at the end of the semester with a weight of 65% of the final grade.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino compreende aulas teórico-práticas de exposição das matérias e resolução de problemas e aulas de laboratório onde os conhecimentos já adquiridos são utilizados na análise e interpretação dos resultados experimentais obtidos. A presença das vertentes teórica-prática e de laboratório na estrutura de ensino da UC é um fator importante no equilíbrio entre as competências de índole teórico e experimental que são adquiridas com a UC, promovendo as condições para o alcançar dos objetivos da UC. Além disso esta estrutura origina uma complementaridade que permite aprofundar o estudo dos sistemas em análise, constituindo este fato também um fator de promoção das condições para o alcançar dos objetivos da UC. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodology includes practice theoretical classes where the subjects are presented and problems are solved and laboratory classes where the knowledge already acquired is used in the analysis and interpretation of the experimental results. The presence of both a practice theoretical component and laboratory sessions in the teaching structure of the course is an important factor in balancing the skills of theoretical and experimental nature that are acquired with the course, promoting the conditions for the attaining of the course objectives. Also this structure gives rise to a complementarity which allows a deeper study of the systems in question, being this fact also a promoter of the conditions for the attaining of the course objectives. The teaching methodologies will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Liquid Crystals. Nature's Delicate Phase of Matter, P. J. Collings, 1990, Princeton University Press; Liquid Crystals, S. Chandrasekhar, 1992, Cambridge University Press, Cambridge; The Physics of Liquid Crystals, 2nd Edition, P.G. de Gennes and J. Prost, 1993, Oxford University Press; Pulse, Fourrier Transform NMR, Pulse, Fourrier Transform NMR, T. C. Farrar, E. D. Becker, 1971, Academic Press New York London; Principles of Nuclear Magnetism, A. Abragam, 1961, Oxford Science Publications

Mapa X - Mecânica Geral

6.2.1.1. Unidade curricular:
Mecânica Geral

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Eduardo Filipe Vieira de Castro (105.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta UC apresenta os conceitos e os princípios básicos da mecânica do corpo rígido, do movimento oscilatório, do movimento ondulatório e de mecânica de fluídos. Os alunos deverão adquirir a capacidade para aplicar esses conceitos na compreensão e resolução de vários problemas de física. É dado um destaque particular à análise de problemas concretos de aplicação dos princípios físicos em várias áreas da ciência e tecnologia.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The principles and basic concepts of rigid body motion, oscillatory motion and wave phenomena and Fluid mechanics are presented. The understanding of those concepts will be reinforced using real world applications. The students should be able to manipulate those concepts and apply them to solve problems. The students will be motivated with examples of the application of physical principles to other areas of science and technology.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Corpo Rígido
Velocidade angular e momento angular. Tensor de inércia. Equações de movimento. Giroscópios. Girocompasso.

Precessão na ausência de torque. Nutação.
2. Oscilações
Estabilidade de sistemas. Oscilações harmónicas simples. Oscilações com atrito e forçadas. Ressonância. Pêndulos acoplados.
3. Ondas
Ondas a uma dimensão. Amplitude, frequência, período, velocidade de fase, comprimento de onda, número de onda. Equação de onda. Ondas progressivas. Sobreposição. Ondas estacionárias. Energia. Potência. Batimentos. Velocidade de grupo. Dispersão. Solução geral da equação de onda. Análise de Fourier. Ondas estacionárias a 2D. Princípio de Huygens. Reflexão. Refração. Efeito Doppler. Efeitos de inferência.
4. Fluidos
Hidrostática. Princípio de Pascal. Princípio de Arquimedes.
Hidrodinâmica. Regimes de escoamento. Conservação de massa. Equação da continuidadade. Equação de Bernoulli. Fórmula de Torricelli.

6.2.1.5. Syllabus:
I. Rigid Body
Angular velocity and angular momentum. Moment of inertia tensor. Equations of motion for a rigid body. Gyroscopes. Gyrocompass. Torque-free precession. Nutation.
II. Oscillations
Stability of systems. Simple harmonic oscillations. Driven and damped oscillations.Resonance. Coupled oscillators
III. Waves
Waves in one dimension. Propagation velocity, amplitude, frequency and phase, phase velocity. Wave equation. Superposition of waves. Stationary waves. Energy. Power. Group velocity. Dispersion. General solution for a wave equation. Fourier analysis. 2D stationary waves. Huygens principle. Reflexion. Refraccion. Doppler effect. Interference effects.
IV. Fluids
Hydrostatics. Pascal principle. Archimedes principle.
Hydrodynamics. Laminar flow. Conservation of mass. Continuity equation. Bernoulli Equation. Torricelli Formula.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos abrangem os tópicos essenciais do Corpo Rígido, Oscilações e Ondas, Óptica Geométrica e Fluidos, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de atividades de pesquisa autónoma.

São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos e dos modelos teóricos, quer a resolução de exercícios de interpretação /aplicação.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus covers the essential topics in Rigid Body Motion, Oscillations and Waves, Geometrical Optics and Fluids, allowing the student to review and deepen his/her knowledge on the subject, as well as to acquire new valuable knowledge regarding his/her formation in Technological Engineering Physics. The student will also be prepared for independent learning through autonomous search activities.

The theoretical basis, the essential concepts, and examples of application are given. Students are required to study the theoretical models and to solve exercises of interpretation/application.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A lecionação de Mecânica Geral utiliza a exposição oral e a resolução de exercícios.
A lecionação tem lugar em ambientes de aprendizagem que permitam o trabalho individual ou em grupo.
A avaliação inclui trabalho de casa (10%) e os dois melhores de três testes escritos (90%), ou exame final (100%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
General Mechanics teaching uses oral exposition and resolution of exercises.
The teaching takes place under a teaching environment where both individual and group work are allowed.
Evaluation includes homework (10%) and the best two of three written tests (90%), or a final exam (100%).

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Nomeadamente, os problemas propostos como trabalho de casa são mais abrangentes e a resolução pode ser em grupo, sendo o tema do problema centrado sempre num ou vários dos objectivos da unidade curricular.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methods were designed so that students develop a comprehensive knowledge of potentialities in this domain, ensuring simultaneously that the objectives of the curricular unit are fulfilled. Namely, the homework problems proposed are more extensive and can be worked out in group, but the subject of the problem is always centred in one or several curricular unit objectives.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
D. Kleppener & R. J. Kolenkow (2010), An introduction to machanics;
A. P. French (1971), Vibrations and waves;
H. M. Nussenzveig (2002), Curso de Física Básica, Vol 2 - Fluidos, oscilações e ondas, calor.

Mapa X - Laboratório de Raios Cósmicos

6.2.1.1. Unidade curricular:
Laboratório de Raios Cósmicos

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Fernando Barão (70.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Desenvolver a capacidade de compreensão e resolução de problemas na área da física dos raios cósmicos e da física experimental de partículas. Pretende-se familiarizar os alunos com as técnicas de detecção e de simulação fisica utilizadas em física de partículas e astropartículas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Provide and develop the ability for understanding and solving current problems in Experimental High Energy Physics and Cosmic Ray Physics. During the course, experimental techniques will be explored to detect cosmic rays. Students should acquire a basic knowledge on experiments design and on data measuring on the field of Particle and Astroparticle Physics.

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

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

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
O programa visa dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias inerentes aos objetivos da unidade curricular, na área científica de Física de Partículas.

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

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O método de avaliação consiste na realização de trabalhos experimentais, com um relatório na forma de artigo científico e apresentação oral.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
It is made of experimental work to be reported in a scientific paper format (pagelimited) and an oral presentation.

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Cosmic Rays and Particle Physics, T. Gaisser, 1991, Cambridge Univ. Press;
Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, W.R.Leo, 1994, Springer-Verlag;
Statistics for Nuclear and Particle Physicists, L.Lyons, 1989, Cambridge Univ. Press

Mapa X - Matemática Computacional

6.2.1.1. Unidade curricular:
Matemática Computacional

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Juha Videman (84.00), Adélia Silva (0.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Apresentar conceitos e resultados teóricos para uma introdução ao estudo de métodos numéricos. Analisar os resultados das simulações numéricas com base nas noções de erro, convergência e estabilidade.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To introduce the basic concepts and theoretical results needed for studying numerical methods. To analyse numerical simulations based on the notions of error, convergence and stability.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Representação de números, arredondamento e propagação de erros; normas, erros, convergência, condicionamento e estabilidade.

Resolução numérica de equações e sistemas: Equações não-lineares (métodos do ponto fixo, secante e Newton); sistemas lineares (étodos de Jacobi, Gauss-Seidel e SOR); sistemas não-lineares (métodos do ponto fixo e Newton-

Raphson); análise do erro, estabilidade e convergência.

Interpolação polynomial; fórmulas de Lagrange e de Newton. Método dos mínimos quadrados. Integração numérica: fórmulas de Newton-Côtes e de Gauss; análise do erro, estabilidade e convergência.

Resolução numérica de equações diferenciais ordinárias; problemas de valor inicial: Métodos de passo simples (Euler, Taylor e Runge-Kutta) e múltiplo (Adams); análise do erro, estabilidade e convergência. Aplicação a problemas de engenharia.

6.2.1.5. Syllabus:

Number representations, roundoff errors and error propagation; norms, convergence, conditioning.

Numerical solutions of equations and systems of equations: fixed point, secant and Newton's method for nonlinear equations; Jacobi, Gauss-Seidel and SOR method for solving linear systems; fixed point and Newton's method for non-linear systems; error analysis, stability and convergence.

Polynomial interpolation; Lagrange and Newton formulae. Least squares method. Numerical integration: Newton-Cotes and Gauss formulae; Error analysis, stability and convergence.

Numerical solution of ordinary differential equations: initial value problems (Euler, Taylor, Runge-Kutta and Adams multi-step methods); boundary value problems: finite difference methods; Error analysis, stability and convergence. Applications to engineering problems.

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.

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

The course syllabi are those needed by the students to develop the competencies corresponding to the objectives established for this curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina é leccionada em aulas teórico-práticas onde se expõe a matéria, ilustrada através de exemplos e resolução de problemas. A avaliação é feita através de provas escritas, podendo os alunos optar entre fazer dois testes (ao longo do semestre) ou um exame final, e de um projecto computacional, realizado por grupos de quatro alunos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is taught through lectures where the theoretical and practical aspects are presented and problems solved. The evaluation consists of two written midterm tests or one final exam (the student can choose between the two options), and of a computational project.

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

Os conteúdos programáticos da cadeira estão de acordo com os que se aplicam na maioria das universidades europeias, quando se trata de ensinar as bases da matemática computacional a alunos de cursos de ciências exactas ou de engenharia. Os apectos práticos relacionados com a implementação de algoritmos são aborardos num projecto computacional obrigatório.

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

The syllabus is similar to the course syllabi followed in European universities where elementary computational mathematics is being taught to students of science and engineering. The practical aspects related to the implementation of algorithms are covered in a mandatory computational project.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

GRAÇA. M. e P. LIMA, Apontamentos de Matemática Computacional, IST, 2015. (http://www.math.ist.utl.pt/~jvideman /MC_MG_PL.pdf)
DIOGO, T. e M. TOMÉ, Matemática Computacional - Notas de aulas, 2014. (http://www.math.ist.utl.pt/~jvideman /MC_TD_MT.pdf)

ATKINSON, K., An Introduction to Numerical Analysis, 2nd ed., Wiley, 1989.
ROMEIRAS, F.J. Matemática Computacional: Apontamentos das aulas, Secção de Folhas/AEIST, 2008.

ROMEIRAS, F.J. Matemática Computacional: Exercícios, Secção de Folhas/AEIST, 2008.
QUARTERONI, A. e F. SALERI, Cálculo Científico com MATLAB e Octave, Springer, 2007.

Mapa X - Astrofísica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Astrofísica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Ilídio Lopes (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta disciplina apresenta os princípios, conceitos e principais resultados (teóricos e observacionais) da astrofísica moderna nas áreas de "formação e evolução estelar" e "formação e evolução de galáxias" sendo dado maior ênfase ao primeiro tópico. Neste estudo será reforçado a compreensão dos fenómenos astrofísicos através da aplicação de conceitos fundamentais de física clássica e moderna. Os alunos para além de adquirirem os fundamentos da astrofísica, deverão ser capazes de interpretar os principais resultados recorrendo aos conceitos fundamentais de física moderna adquiridos em outras unidades curriculares da MEFT (tais como Termodinâmica, Mecânica Quântica, Eletromagnetismo e Mecânica Analítica), assim como devem saber aplicar estes conceitos à resolução de novos problemas em astrofísica. O ensino teórico será complementado com a realização de problemas em aulas teórico-práticas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
This course presents the principles, concepts and main theoretical and observational results of modern astrophysics in the areas of "formation and stellar evolution" and "formation and evolution of galaxies", greater emphasis being given to the former topic. This study will enhance our understanding of astrophysical phenomena by applying fundamental concepts of classical and modern physics. In addition to acquiring an essential ground in astrophysics, students will be able to interpret the main results using the fundamental concepts of modern physics acquired in other courses of MEFT (such as thermodynamics, quantum mechanics, electromagnetism and Analytical Mechanics), They will also be able to apply these concepts to solve new problems in astrophysics. Theoretical training will be complemented with the resolution of problems in practical classes.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1)Introdução à Astrofísica: espectro contínuo da luz; interação da matéria e da luz
2)Atmosfera das estrelas: espectros estelares; formação de linhas espectrais; diagrama de Hertzprung – Russell
3)Interior das estrelas: equações de estrutura, equação estado e opacidade; transporte de energia, nucleossíntese; politrópicos; sequencia principal
4)Sol: modelo standard solar, neutrinos solares, dínamo e magnetismo em estrelas
5)Meio interestelar: poeira e gás do meio interestelar, nuvens interestelares; formação de protoestrelas, critério de Jeans, teorema do virial
6)Pulsação estelar: classes de estrelas variáveis; equação de oscilações não radiais
7)Destino das estrelas: sub-gigantes e gigante vermelhas; enxames de estrelas
8)Final da evolução estelar: estrelas compactas: anãs brancas, estrelas de neutrões
9)Galáxias: Via Láctea, morfologia da galáxia, centro galáctico; natureza das galáxias, sequência de Hubble

6.2.1.5. Syllabus:
1)Introduction to Astrophysics: continuous spectrum of starlight; the interaction of matter and light
2)Atmosphere of the star: stellar spectra; formation of spectral lines; Hertzprung-Russell diagram
3)Interior of the stars: equations of structure, equation of state and opacity; energy transport, nucleosynthesis, lane-emden equation; polytropes;main sequence
4)Sun: solar standard model; solar neutrinos, equation of solar dynamo, magnetism in stars
5)Interstellar medium: dust and gas of the interstellar medium, classification of interstellar clouds; formation of protostars, Jeans criterion, the virial theorem
6)Stellar pulsation: classification of variable stars; equation of non-linear radial stellar oscillations
7)Fate of stars: sub-giant, red giants; stellar clusters
8)End of stellar evolution - compact stars: white dwarfs, neutron stars
9)Galaxies in the universe: Milky Way, morphology of the galaxy, galactic center; nature of galaxies, Hubble sequence.

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

Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.

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

The contents are those required in the context of the course for students to develop skills relevant to the curriculum objectives set.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas baseiam-se numa exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais de astrofísica. Estas aulas são do tipo expositivo, as quais estão focadas na apresentação dos principais resultados teóricos e observacionais. Especial atenção é dada à demonstração analítica dos principais resultados teóricos. O material de apoio do curso inclui slides, imagens e filmes. As aulas são acompanhadas com uma séries de problemas para os alunos resolverem, permitindo-lhes uma melhor assimilação dos conceitos físicos.

A componente teórico e prática do curso é avaliada por um exame final. Os alunos que obtenham uma classificação no exame entre 8 e 16 valores (em 20), têm uma bonificação até um máximo de 2 valores na classificação final caso tenham realizado com sucesso as séries de problemas propostos. Exige-se a nota mínima de 9,00 valores no exame final para aprovação na UC.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classes are based on a detailed exposition of the concepts, principles and theories of astrophysics. These classes are focused on presenting the main theoretical and observational results. Special attention is given to the analytical derivation of the principal theoretical results. The supporting materials for the classes includes slides, images and movies. The lessons are accompanied with a series of problems for students to solve, allowing them to better assimilate and consolidate the physical concepts.

The theoretical and practical component of the course is assessed by a final exam. Students with a classification in the exam between 8 and 16 (out of 20) have a bonus to a maximum of 2 points in the final mark, if they have successfully performed the series of proposed problems. It requires a minimum grade of 9.00 in the Final Exam for approval at this UC.

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

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal:

• Título: An Introduction to Modern Astrophysics (second edition)
• Autor(es): Bradley W. Carroll and Dale A. Ostlie
• Ano: 2007
• Referência: ISNB: 0-321-44284-9

Secundária

• Título : Stellar Structure and Evolution
• Autor(es): Kippenhahn, Rudolf; Weigert, Alfred; Weiss, Achim
• Ano: 2012
• Referência: ISBN 978-3-642-30255-8

• Título : Fundamental Astronomy (Fifth Edition)
• Autor(es): Hannu Karttunen, Pekka Kroger, Heikki Oja, Markku Poutanen, Karl J. Donner
• Ano: 2007
• Referência: ISBN 978-3-540-34143-7 5th Edition

Mapa X - Introdução à Investigação

6.2.1.1. Unidade curricular:
Introdução à Investigação

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Filipe Joaquim (56.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Gonçalo Nuno Marmelo Foito Figueira (28.00), Luís Humberto Viseu Melo (28.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introduzir o aluno na Unide de Investigação ou Empresa na área científica onde vão realizar o programa de trabalho conducente à elaboração de uma dissertação de Mestrado.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To introduce the students into the reseach unit or enterprise environment and into the scientific domaisn related to the work programme of the Master Thesis

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Organização e funcionamento da Unidade de Investigação/Empresa
2. Investigação e Desenvolvimento na área científica do programa de Mestrado
2.1. Estado da Arte
2.2 Actividade em Portugal
3. Técnicas de elaboração de comunicações, artigos e relatórios

6.2.1.5. Syllabus:
1. Organization and Operation of the Research Unit / Enterprise
2. Research and development in the scientific domain of the Master Programme
2.1 State of the art
2.2 Research activities in the fielf in Portugal
3 Techniques for the elaboration of journal papers, articles, posters and reports

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos são desenvolvidos de modo a capacitar o aluno para o início de uma carreira de investigação ou empresarial. Isto passa pela simulação "fazer investigação" através da escolha de um projeto individual em que o aluno demonstra a capacidade de aplicar os conteúdos programáticos, nomeadamente no que toca a obter/apresentar resultados. Para estimular o sentido de liderança e organização, exige-se que o aluno seja inteiramente responsável pelo projeto, estimulando-se o contacto com docentes/investigadores internos ou externos para resolução de problemas.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus is developed in such a way that the student is capacitated for the start of a research or enterprise career. This goes through the simulation of the process of doing research by means of an individual project choice, in which the student demonstrates the capacity of applying what he has learnt, namely in what concerns obtaining/presenting results. To stimulate the sense of leadership and organization, we demand that the student is the head of the project and promote contacts with internal or external professores/researchers for the resolution of problems related with the project.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teóricas em que se apresentam os conteúdos programáticos com discussão de exemplos. Promove-se a discussão dos projetos durante as aulas e estimula-se a interação entre os alunos para que possam ser ultrapassados problemas no desenvolvimento do trabalho individual do aluno.
Avaliação: Relatório de Síntese Final

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Theoretical classes in which the syllabus is developed, including discussion of exemples. Project discussion is promoted and th interaction among students for individual problem resolution is promoted.

Evaluation: Final synthesis report.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Dado tratar-se de uma unidade curricular em que o aluno desenvolve individualmente um projeto de investigação, o método de ensino baseado na discussão dos projetos mostra ser o mais coerente/eficiente. Deste modo, o aluno adquire capacidades de resolução de problemas através da discussão/interação com colegas, com o docente responsável pela unidade curricular, e outros membros do Departamento/Centros de investigação.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Since this is a course in which the student develops an individual research project, a teaching method based on the project discussion is the most coherent/efficient. In this way, the student acquires problem-solving capabilities through the discussion/interaction with colleagues, with the responsible for the course, and with other members of the Department/Research Centers.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Não tem.

Mapa X - Laboratório de Astrofísica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Laboratório de Astrofísica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Ilídio Lopes (70.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A existência de projectos no âmbito do ESO e ESA e colaborações internacionais envolvendo várias Universidades europeias torna fundamental familiarizar os estudantes com as ferramentas básicas de trabalho que lhes permitirão participar em projectos nas áreas de astrofísica e cosmologia . Os objectivos da disciplina são: familiarizar os alunos com os conceitos básicos em astronomia e cosmologia e as técnicas de detecção, redução e análise de dados de astronomia e cosmologia observacional.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The future of European institutions such as ESA and ESA and the expected increase in the collaborations between European universities requires experts in data reduction, analysis and simulations in the fields of astrophysics and cosmology. The main goals of the Astrolab are: introduce the students to the basic concepts of astronomy and cosmology and to the basic techniques of detection, data reduction and data analysis in astronomy and observational cosmology.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
I O nosso Universo - breve introdução ao modelo padrão da Cosmologia O Universo em expansão. Escalas em Cosmologia - a constante de Hubble. História do Universo. Os vários constituintes do Universo. As experiências do século XXI.

II Introdução aos conceitos, técnicas e métodos da Astrofísica Observacional Grandezas Astronómicas. A natureza quântica da luz e detectores. Caracteristicas dos telescópios. CCDs. Métodos estatísticos e redução de dados. Noções de fotometria. Diagramas HR.

III Radiação Cósmica de Fundo; Radiação do corpo negro. Anisotropias na temperatura da RCF e sua

distribuição estatística. A experiência WMAP. Deconvolução da RCF em transformadas de Fourier - o "power spectrum". Simulações de Monte-Carlo.
Perturbações cosmológicas: um exemplo prático - a evolução da matéria escura. A RCF e os parâmetros cosmológicos.

6.2.1.5. Syllabus:
I Our Universe - brief introduction to the standard model of Cosmology
The expanding Universe. Scales in Cosmology - the Hubble constant. Thermal history of the Universe. The Universe basic components. The experiments of the XXI century.

II Introduction to the concepts, techniques and methods in Observational Astrophysics. Astronomical units. The quantum nature of light and detectors. Telescopes and detectors: CCDs. Statistical methods and data reduction. Photometry. HR diagrams.

III Cosmic Microwave Background (CMB)
Blackbody Radiation. CMB temperature anisotropies and its statistical distribution. The WMAP experiment. Fourier Transforms of the CMB - the power spectrum. Monte-Carlo simulations. Cosmological perturbations: an example - the evolution of dark matter. The CMB and the cosmological parameters. Determination of the cosmological parameters. Bayesian analysis.

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

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The contents are those required in the context of the course for students to develop skills relevant to the curriculum objectives set.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Os alunos realizam três trabalhos e elaboram relatórios. A nota final é a média das notas obtidas nos trabalhos. No trabalho de astronomia usa-se o telescópio Celestron 14" no IgeoE, em Lisboa.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Students are given 3 projects. The final classification is the average of the classification obtained in each project. The project in astronomy uses the telescope Celestron C14" at the IGeoE, Lisbon.

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Observational Astrophysics, P. Lena, 1988, Springer-Verlag; Introductory Astronomy and Astrophysics, 4th edition, M. Zeilik and S. A. Gregory, 1999, Saunders College Publishing; Astronomical Photometry - A guide, Sterken and J. Manfroid, 1992, Kluwer Academic Publishers, Netherlands; A Pratical Guide to CCD Astronomy, M. Zeilik and S. A. Gregory, 1998, Cambridge University Press; Cosmological Inflation and Large-Scale Structure, Andrew R. Liddle , David H. Lyth, 2000, Cambridge University Press; Theoretical Astrophysics, Volume III: Galaxies and Cosmology, T. Padmanabhan, 2002, Cambridge University Press

Mapa X - Tópicos de Matéria Condensada

6.2.1.1. Unidade curricular:
Tópicos de Matéria Condensada

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Vítor Vieira (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Consolidação e complementação da formação dos alunos em física da matéria condensada. Desenvolver a capacidade de resolução analítica, numérica ou computacional de problemas no âmbito da disciplina.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To strengthen and consolidate the knowledge of the students in condensed matter physics. Development of the skills to solve analytically, numerically or computationally problems within the scope of the course.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Utilização da teoria de Landau de transições de fase. Cálculo do espectro de baixa energia de um sistema de bosões com interacções fracas. Determinação do espectro das ondas de spin em sistemas magnéticos. Solução auto-consistente de um sistema electrónico com interacção de Coulomb. Teoria de Stoner do magnetismo. Determinação das propriedades de um supercondutor. Cálculo do mínimo da resistividade devido ao efeito de Kondo.

6.2.1.5. Syllabus:
Application of the Landau theory of phase transitions. Calculation of the low energy spectrum of a weakly interacting boson system. Determination of the spin wave spectrum in magnetic systems. Self-consistent solution of an electronic system with Coulomb interactions. Stoner theory of magnetism. Determination of the properties of a superconductor. Calculation of the resistivity minimum due to the Kondo effect.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A disciplina de tópicos de física da matéria condensada visa a consolidação e complementação dos conhecimentos do aluno na área da física da matéria condensada. A escolha dos tópicos do programa toma assim em consideração as matérias das unidades curriculares anteriores desta área, bem como o desenvolvimento da própria física da matéria condensada e a importância desses desenvolvimentos, sendo a bibliografia escolhida pela sua relevância, actualidade e de acordo com o grau de dificuldade adequado à inserção da unidade curricular no MEFT.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The aim of this curricular unit is to strengthen and complement the formation of the student in the area of condensed matter physics. The choice of the programmatic topics takes into consideration the programs of the previous curricular units in this area, and also the development of condensed matter physics itself and the importance of those developments, with the bibliography having been chosen by its relevance, up to date and degree of difficulty adequate to the insertion of the curricular unit in the MEFT.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As aulas são em regime teórico-prático, estimulando forte interacção com os alunos. É dada grande importância à realização de trabalhos de casa, tipo problemas de fim de capítulo, com discussão das dúvidas resultantes. Além dos trabalhos realizados ao longo do semestre, a avaliação final é feita através da realização de um exame.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Classes are in a theoretical-practical regime, stimulating a strong interaction with the students. Great importance is given to home works, of the end of chapter type, with discussion of the resulting questions and doubts. Besides the work performed during the semester, the final evaluation is done by a final exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
O regime teórico-prático das aulas permite uma forte interacção com os alunos, nomeadamente através da discussão das dúvidas decorrentes da realização dos problemas. Uma das componentes da formação consiste na apresentação e discussão dos fundamentos de alguns métodos computacionais e numéricos usados em física da matéria condensada.

A abordagem seguinte permite o aluno adquirir uma formação sólida, de uma forma contínua, reforçando as suas capacidades analíticas, computacionais e numéricas.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The theoretical-practical regime of the classes promotes a strong interaction with the students, namely through the discussion of the questions and doubts resulting from solving the problems. One of the formation components consists in the presentation and discussion of some of the computational and numerical methods used in condensed matter physics. This approach allows the student acquiring a solid formation, in a continuous manner, reinforcing his analytic, computational and numerical capabilities.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Condensed Matter Physics, Marder M. P., 2000, John Wiley & Sons.

A Quantum Approach to Condensed Matter Physics, Taylor P. L. and O. Heinonen, 2002, Cambridge University Press.

Mapa X - Descargas em Gases

6.2.1.1. Unidade curricular:
Descargas em Gases

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves 4h-T

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Oferecer uma introdução à Física dos Plasmas de Baixa Temperatura (LTPs).
Garantir que os alunos adquirem conhecimento abrangente sobre
- a produção de LTPs a partir de descargas em gases;
- as descrições cinética (microscópica) e fluido (macroscópica) de LTPs;
- a análise global de LTPs usando modelos de descarga, tendo em conta a sua reactividade.
Garantir que aos alunos desenvolvem competências que lhes permitam realizar uma descrição teórica de LTPs.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To provide an introduction to the Physics of Low-Temperature Plasmas (LTPs).
To ensure that the students acquire comprehensive know-how on
- the production of LTPs from gas discharges;
- the kinetic (microscopic) and fluid (macroscopic) descriptions of LTPs;
- the global analysis of LTPs using discharge models, accounting for their reactivity.
To ensure that the students develop competences enabling to perform the theoretical description of LTPs.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Plasmas de baixa temperatura (LTPs): definição e aplicações; conceitos básicos; descrições cinética (microscópica) e fluido (macroscópica)
Produção de LTPs a partir de descargas em gases; classificação das descargas em gases; bainhas de carga de espaço
Descrição cinética de LTPs: equação de Boltzmann; operador de colisão; aproximação das pequenas anisotropias; evolução para o equilíbrio; balanço de potência; efeitos de campos eléctricos DC e HF; efeito de campo magnético axial estacionário
Difusão num campo Coulombiano: secção eficaz de Rutherford; equação de Fokker-Planck; operador de colisão e-e
Descrição fluido de LTPs: equações hidrodinâmicas; regimes de difusão; coluna de plasma controlada por difusão; condição de Schottky
Reatividade em LTPs: colisões e-h e h-h;-oeficientes reacionais; equações de balanço; modelos colisionais-radiativos e de descarga; características de descarga e parâmetros de semelhança

6.2.1.5. Syllabus:
Low-temperature plasmas (LTPs): definition and applications; basic concepts; kinetic (microscopic) and fluid (macroscopic) description of LTPs.
Production of LTPs from gas discharges; classification of gas discharges; space-charge sheaths.
Kinetic description of LTPs: Boltzmann kinetic equation; collision operator; small anisotropy approximation; evolution

to equilibrium; power balance; effects of DC and HF electric fields; effect of axial and stationary magnetic field.
Diffusion in a Coulomb field: Rutherford cross section; Fokker-Planck equation; electron-electron collision operator.
Fluid description of LTPs: hydrodynamic equations; diffusion regimes; plasma column controlled by diffusion; Schottky condition.
Reactivity in LTPs: electron and heavy-species collisions; rate coefficients; rate balance equations; collisional-radiative models; discharge models; discharge characteristics and similarity parameters.

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

Descargas em Gases é a unidade curricular principal da subárea de plasmas de baixa temperatura, da Área Científica de "Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear".
A UC oferece uma apresentação detalhada da equação cinética de Boltzmann para os electrões, tal como é habitualmente utilizada em LTPs, incluindo o seu tratamento matemático e o estudo dos efeitos produzidos por diferentes tipos de campos e de colisões.
A UC apresenta também os principais aspetos da descrição fluido de LTPs, incluindo o estabelecimento das equações base, a discussão dos regimes de difusão, e a obtenção de termos fonte com informação sobre a reatividade do plasma.
Este conjunto de conteúdos programáticos fornece conhecimento abrangente sobre LTPs e garante o desenvolvimento de competências que permitem realizar uma descrição teórica de LTPs.

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

Gas Discharges is the main curricular unit of the subfield low-temperature plasmas, with the Scientific Domain of "Plasmas, Lasers and Nuclear Fusion".
The UC offers a detailed presentation of the Boltzmann kinetic equation for electrons, as is usually written for LTPs, including its mathematical treatment and the study of the effects produced by different types of fields and of collisions.
The UC presents also the main aspects of the fluid description of LTPs, including the development of the base equations, the discussion on the diffusion regimes, and the definition of source terms with information on the plasma reactivity.
The set of syllabus gives comprehensive know-how on LTPs and ensures the development of competences allowing to perform a theoretical description of LTPs.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da UC baseia-se na apresentação dedutiva das principais equações (nas perspetivas quer cinética-microscópica, quer fluido-macroscópica) que permitem realizar uma descrição teórica de LTPs. Os resultados obtidos são discutidos não só de um ponto de vista Físico, mas também na perspetiva da formalização de modelos para a simulação de LTPs.
Para manter o nível motivacional dos alunos, garantindo o desenvolvimento de competências segundo previsto nos objetivos, segue-se uma metodologia que deixa em aberto aspetos da apresentação teórica dos conteúdos. Estes aspetos são completados pelos alunos no âmbito de séries de problemas(*), que constituem a primeira componente de avaliação da UC. A segunda componente é um Exame Final (com consulta bibliográfica), onde se privilegiam quer a apresentação de questões de ampliação dos tópicos abordados, quer a elaboração de modelos simples para a descrição de LTPs.
(*)a introduzir em 2015/2016

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching of the UC is based on the deductive presentation of the main equations (in both perspectives, kinetic-microscopic and fluid-macroscopic) allowing to perform a theoretical description of LTPs. The results obtained are discussed not only from a Physical point of view, but also under the perspective of the formalisation of models for simulating LTPs.
To keep the motivational level of the students, ensuring the development of competences according to the learning outcomes envisaged, we follow a presentation methodology where some aspects of the theoretical contents are left open. These aspects are completed by the students during the resolution of lists of problems(*), which make the first assessment component of the UC. The second component is a Final Exam (open book), favouring the introduction of questions extending the contents presented, and the development of simple models for the description of LTPs.
(*)to introduce in 2015/2016

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

A metodologia de ensino, ao adoptar uma perspectiva dedutiva, mantendo o nível motivacional dos alunos através do seu envolvimento no encerramento de determinados aspetos da apresentação dos conteúdos, promove a capacidade de lidar com as características técnicas do desenvolvimento formal da teoria, consolidando competências que permitem a descrição teórica de LTPs, em ambas as perspectivas cinética e fluido.
As componentes de avaliação contínua, através da resolução autónoma de séries de problemas, e de avaliação final, através de exame escrito com consulta incluindo questões de aprofundamento, são opções coerentes que facilitam o êxito da metodologia de ensino adoptada.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
By adopting a deductive pathway, keeping the motivational level of the students through their involvement in the closure of certain aspects of the topics presented, the teaching methodology promotes the ability to deal with the technical features associated with the formal development of the theory, while it consolidates aptitudes allowing the theoretical description of LTPs in both perspectives, kinetic and fluid.
The combination of the continuous assessment component, via the autonomous resolution of lists of problems, with the final assessment component, via written open-book exam including deepening questions, is a coherent option that facilitates the success of the teaching methodology.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
PRINCIPAL
- Physique des plasmas Volumes 1 and 2 (French), J.-L. Delcroix and A. Bers, 1994, EDP Sciences (ISBN-13: 978-2868833686; ISBN-13: 978-2868833693)
- Gaseous Electronics and Gas Lasers, B. E. Cherrington, 1979, Pergamon Press (ISBN-13: 978-0080206226)
- Motions of Ions and Electrons in Handbuch der Physik, vol. 21, W. P. Allis, 1956, S. Flügge, Springer-Verlag – Berlin
SECUNDÁRIA
- Electron kinetics in atomic and molecular plasmas, C. M. Ferreira and J. Loureiro, 2000, Plasma Sources Sci. Technol. 9 528–540
- Fluid modelling of the positive column of direct-current glow discharges, L. L. Alves, 2007, Plasma Sources Sci. Technol. 16 557–569
- Principles of Plasma Discharges and Materials Processing, M. A. Lieberman and A. J. Lichtenberg, 1994, John Wiley (ISBN: 0-471-00577-0)
- Plasma Phenomena in Gas Discharges, R. N. Franklin, 1976, Clarendon Press (ISBN-13: 978-0198561132)

Mapa X - Física e Tecnologia das Radiações

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física e Tecnologia das Radiações

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Patrícia Gonçalves (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Estudo de aplicações tecnológicas envolvendo a utilização de feixes de partículas e campos de radiação em múltiplos sectores de investigação científica, indústria e engenharia.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Study of technological applications of particle beams and radiation fields, to different aspects of scientific research, industry and engineering.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Introdução e conceitos básicos (grandezas físicas e medidas, conceitos fundamentais de análise e tratamento de dados)
2. Interacções da radiação/partículas com a matéria
3. Processos radioactivos
4. Detectores
5. Dosimetria
6. Aplicações Tecnológicas
7. Desenvolvimento de simulações de interacão da radiação com a matéria utilizando GEANT4

6.2.1.5. Syllabus:
1. Introduction and basic concepts (physical quantities and measurement, fundamental analysis concepts and data treatment)
2. Interactions of particles/radiation with matter

3. Radioactive processes
4. Detectors
5. Dosimetry
6. Technological Applications
7. Development of radiation interaction simulations with Geant4

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos da Unidade Curricular "Física e Tecnologia das Radiações" são os necessários para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos para esta unidade.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, all the syllabus points (point 6.2.1.5) cover the items that give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Trabalhos ao longo do semestre. Trabalho final. Apresentação pública do trabalho final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Works during the semester. Final work. Public presentation of the final work.

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Atoms, Radiation, and Radiation Protection, James E. Turner, 1995, John Wiley & Sons, Inc.; Geant4: A toolkit for the simulation of the passage of particles through matter, The Geant4 Collaboration, 2011, ; Radiation Detection and Measurement, C. F. Knoll, 2000, John Wiley; Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, Frank Herbert Attix, 1986, John Wiley & Sons, Inc.-2004 WILEY-VCH

Mapa X - Mecânica Estatística e Transições de Fase

6.2.1.1. Unidade curricular:
Mecânica Estatística e Transições de Fase

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Vítor Vieira (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Caracterização e estudo de transições de fase clássicas e quânticas. Caracterização e estudo de fenómenos críticos. Desenvolver a capacidade de resolução analítica, numérica ou computacional de problemas no âmbito da disciplina.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Characterization and study of classical and quantum phase transitions. Characterization and study of critical phenomena. Development of the skills to solve analytically, numerically or computationally problems within the scope of the course.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Termodinâmica e Mecânica Estatística Transições de fase clássicas e quânticas. Equação de van der Waals. Modelo de Ising 1d. Teoria de Lee, Yang. Integrais funcionais e modelo phi-4 2. Teoria de transições de fase de Landau Aproximação de campo médio e teoria de Landau. Teoria de Ginzburg- Landau. Critério de Ginzburg. Expoentes críticos, dimensões criticas superiores e inferiores. Pontos críticos e tricríticos. Transições estruturais. 3. Teoremas gerais de Mermin-Wagner e de Goldstone. Mecanismo de Higgs. 4. Grupo de renormalização Scaling, universalidade e homogeneidade. Teoria de Kadanoff. Grupo de renormalização de Wilson. Expansão epsilon da teoria phi-4 5. Modelo de Ising Modelo 2d. Relação entre sistemas quânticos e sistemas clássicos. Transformação de Jordan-Wigner. 6. Transição de Kosterlitz-Thouless 7. Transições de fase quânticas Expoentes dinâmicos. Ferramentas da informação quântica: entanglement e fidelity.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Thermodynamics and Statistical Mechanics Classical and quantum phase transitions. Van der Waals equation. Ising model in 1d. Lee and Yang theory. Functional integrals and phi-4 theory 2. Landau Theory of phase transitions Mean field approximation and Landau theory. Ginzburg-Landau theory. Ginzburg criteria. Critical exponents, lower and upper critical dimensions. Critical and tricritical points. Structural transitions 3. General Theorems Mermin-Wagner theorem. Goldstone theorem. Higgs mechanism 4. Renormalization Group Universality, scaling and homogeneity. Kadanoff's real space approach. Wilson's renormalization group. Epsilon expansion for the phi-4 5. The Ising model Ising model in 2D. Quantum to classical mapping. Jordan-Wigner transformation. 6. Kosterlitz-Thouless Transition 7. Quantum phase transitions Dynamical exponents. Quantum information tools: entanglement and fidelity.

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

As transições de fase são um conceito fundamental em várias áreas da física, tendo até influenciando a sua evolução. A escolha dos tópicos do programa reflecte naturalmente este facto, tendo a bibliografia sido escolhida pela sua relevância, actualidade e de acordo com o grau de dificuldade adequado à inserção da unidade curricular no MEFT.

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

Phase transitions are a fundamental concept is several areas of physics, having even influenced its evolution. The choice of the programmatic topics reflects naturally this fact, with the bibliography having been chosen by its relevance, up to date and degree of difficulty adequate to the insertion of the curricular unit in the MEFT.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são em regime teórico-prático, estimulando forte interacção com os alunos. É dada grande importância à realização de trabalhos de casa, tipo problemas de fim de capítulo, com discussão das dúvidas resultantes. Além dos trabalhos realizados ao longo do semestre, a avaliação final é feita através da realização de um exame.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes are in a theoretical-practical regime, stimulating a strong interaction with the students. Great importance is given to home works, of the end of chapter type, with discussion of the resulting questions and doubts. Besides the work performed during the semester, the final evaluation is done by a final exam.

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

O regime teórico-prático das aulas permite uma forte interacção com os alunos, nomeadamente através da discussão das dúvidas decorrentes da realização dos problemas. Uma das componentes da formação consiste na apresentação e discussão dos fundamentos de alguns métodos computacionais e numéricos usados em mecânica estatística e transições de fase. A abordagem seguinte permite o aluno adquirir uma formação sólida, de uma forma contínua, reforçando as suas capacidades analíticas, computacionais e numéricas.

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

The theoretical-practical regime of the classes promotes a strong interaction with the students, namely through the discussion of the questions and doubts resulting from solving the problems. One of the formation components consists in the presentation and discussion of some of the computational and numerical methods used in statistical mechanics and phase transitions. This approach allows the student acquiring a solid formation, in a continuous manner, reinforcing his analytic, computational and numerical capabilities.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Statistical Mechanics, R. K. Pathria, 1996, Butterworth Heinemann

Lectures of Phase Transition and the Renormalization Group, N. Goldenfeld, 1992, Frontiers in Physics, Perseus Books

A Modern Course in Statistical Physics, L. E Reichl, 1998, John Willey & Sons

Mapa X - Tecnologias a Plasma para Processamento de Materiais

6.2.1.1. Unidade curricular:
Tecnologias a Plasma para Processamento de Materiais

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves 2h-T

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas 3h-L

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Oferecer formação específica na área das tecnologias de plasma, correntemente utilizadas no processamento de materiais. Permitir um contacto dos alunos com várias configurações de reatores a plasma, garantindo-lhes formação especializada que os torne aptos a:
- compreender o seu funcionamento básico
- abordar a sua modelização preditiva
- propor novos tipos de dispositivos
- manipular alguns reatores a plasma, para processamento de materiais

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To provide specific training in plasma technology for material processing. To present different plasma reactors, while ensuring a specific training that allows
- understanding the main operation features of plasma reactors
- approaching the predictive modelling of plasma reactors
- proposing new device configurations
- operating with some plasma reactors for material processing

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Introdução. Características gerais dos plasmas de descarga
Reatores a plasma para o processamento de materiais: esquema geral de um reator a plasma; classificação geral dos reatores a plasma
Reatores capacitivos de radio-frequência: características de operação; análise das bainhas de carga de espaço; modelo homogéneo 1D duma descarga ccrf; circuito de acoplamento; potência acoplada ao plasma; dinâmica dos iões nas bainhas
Reatividade em plasmas: estrutura energética de átomos e moléculas; colisões atómicas e moleculares; equações de balanço
Reatividade plasma-superfície: processamento de materiais a plasma: classificação e exemplos; interação plasma-superfície: mecanismos gerais; processos de gravura, deposição, sputtering
Modelização de reatores a plasma: modelos de plasma de descarga; equações tipo fluido; exemplo de aplicação - modelização de um reator rf de acoplamento capacitivo, usado em pecvd de a-Si:H

6.2.1.5. Syllabus:
Introduction. Discharge plasmas: general characteristics
Plasma reactors for material processing: general scheme of a plasma reactor; general classification of plasma reactors
Capacitively-coupled radio-frequency reactors: operation features; analysis of space-charge sheaths; homogeneous 1D model of a ccrf discharge; matching box; power coupled to the plasma; ion dynamics within the sheaths
Plasma reactivity: energy structure of atoms and molecules; atomic and molecular collisions; rate balance equations
Plasma-surface reactivity: plasma-assisted material processing: classification and examples; interaction plasma-surface: general mechanisms; processes: etching, deposition, sputtering
Modelling of plasma reactors: models of plasma discharges; fluid equations; application example - modelling of a capacitively-coupled rf reactor, for the pecvd of a-Si:H

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Tecnologias a Plasma para o Processamento de Materiais desenvolve um programa de ligação entre as Áreas Científicas de "Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear" e de "Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias", do Departamento de Física do IST. Neste contexto, os conteúdos programáticos desta UC (i) incluem uma apresentação da

fenomenologia que permite explicar o comportamento dos plasmas de baixa temperatura e justificar a sua aplicação no processamento de materiais; (ii) introduzem os principais reatores a plasma utilizados no processamento de materiais, com especial ênfase para os reatores de acoplamento capacitivo correntemente utilizados na indústria micro-electrónica.
Os alunos adquirem conhecimentos que lhes permitem compreender e prever as características de operação dos principais reatores a plasma, desenvolvendo também competências que lhes permitem utilizar estes dispositivos e propor optimizações no seu funcionamento.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Plasma Technologies for Material Processing develops a bridge programme between the Scientific Areas of "Plasmas, Lasers and Nuclear Fusion" and "Physics of Condensed Matter and Nanotechnologies", with the Physics Department of IST. In this context, the syllabus of this UC (i) presents the phenomenology that explains the behaviour of low-temperature plasmas, justifying its use for material processing; (ii) introduce the most popular plasma reactors used for material processing, focusing particularly on the capacitively coupled reactors currently used in the micro-electronics industry.
The students acquire the relevant know-how for understanding and predicting the operation features of the most important plasma reactors, also developing competences for using these devices and proposing optimizations in their operation.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O ensino teórico privilegia a apresentação da fenomenologia que explica o comportamento dos plasmas de baixa temperatura, utilizados no processamento de materiais, com recurso a modelos físicos simples. Nesta componente de ensino, os alunos são avaliados através de 4 séries de problemas, de nível de dificuldade variável, que resolvem no prazo típico de 2 semanas.
A perspetiva aplicada está sempre presente no ensino, mesmo nas aulas teóricas onde também se abordam questões de Engenharia relacionadas com a construção e operação dos reatores a plasma. Essa perspetiva aplicada é reforçada através da realização de um trabalho de laboratório, que utiliza dispositivos experimentais avançados de um grupo de investigação (INESC-MN). Nesta componente de ensino, os alunos são avaliados através de uma apresentação oral (pesquisa bibliográfica autónoma), onde descrevem o funcionamento de um reator a plasma à escolha, e do relatório do trabalho de laboratório.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The theoretical teaching of the UC prefers the presentation of the phenomenology explaining and characterizing the behaviour of low-temperature plasmas, used for material processing, resorting to very simple physical models. In this teaching component, the assessment of the students is based on 4 lists of problems, with variable difficulty, due typically 2 weeks after its publication.
The practical perspective is always present in the teaching of the UC, even in the theoretical lectures that present also Engineering issues related with the setup and the operation of plasma reactors. This applied perspective is reinforced through the development of a laboratory work, using advanced experimental devices of a research group (INESC-MN). In this teaching component, the assessment of the students is based on an oral presentation (autonomous bibliographic review), where they describe the operation of a plasma reactor of their choice, and on the report of the lab-work.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino, ao adoptar uma perspectiva aplicada e que privilegia uma apresentação fenomenológica dos conteúdos, promove junto dos alunos a compreensão e a predição das características de operação dos principais reatores a plasma. Os conceitos são consolidados através da componente de avaliação contínua da UC.
A realização de trabalho experimental, avaliado através da entrega de relatório escrito, aproxima o aluno dos dispositivos reais e dos problemas associados à sua manipulação.
A apresentação de um seminário, onde o aluno descreve o funcionamento de um reator a plasma à sua escolha, reforça a sua capacidade de relacionar os tópicos apresentados nas aulas com as características particulares do reator escolhido, aumentando o nível de autonomia do aluno na análise destes dispositivos.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
By adopting a practical perspective that prefers a phenomenological presentation of topics, the teaching methodology pushes the students towards the understanding and the prediction of the main operation features of plasma reactors. The main concepts are consolidated through the continuous evaluation component of the UC.
The development of experimental work, assessed through written report, brings the student closer to the real devices and the problems associated with their handling.
The presentation of a seminar, where the student describes the operation of a plasma reactor of his/her choice, reinforces his/her ability to relate the topics presented during the lectures with the specific characteristics of the reactor chosen, enhancing the level of autonomy of the student in the analysis of these devices.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

PRINCIPAL
• Lecture Notes on Principles of Plasma Processing
• F. F. Chen and J.P. Chang
• 2003
• Kluwer Academic / Plenum Publishers (ISBN: 0-306-47497-2)

• Principles of Plasma Discharges and Materials Processing
• M. A. Lieberman and A. J. Lichtenberg
• 1994
• John Wiley (ISBN: 0-471-00577-0)

SECUNDÁRIA
• Handbook of Advanced Plasma Processing Techniques
• R. J. Shul and S. J. Pearton (eds.)
• 2000
• Springer (ISBN: 3-540-66772-5)

Mapa X - Energia Solar Térmica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Energia Solar Térmica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Luís Mendes (35,84)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Carlos Augusto Santos Silva (20,16)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Quando terminar a unidade curricular o aluno deverá ser capaz de: - selecionar e utilizar os tipos de dados e os modelos de radiação solar mais apropriados para cada tipo de aplicação; - avaliar do ponto de vista técnico a oferta comercial de colectores ; - projetar novos sistemas de captação de radiação solar, com e sem concentração; - interpretar os resultados da certificação de colectores; - projetar sistemas standard assim como desenvolver sistemas de raiz para satisfazer necessidades de energia concretas; - utilizar ferramentas informáticas de projeto de sistemas solares térmicos; - Identificar as aplicações possíveis da energia solar térmica de média e baixa temperatura

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
At the end of the course, the student will be able to: - select and use the solar radiation data and models better suited for each application; - technically evaluate commercial solar collectors; - design new systems to collect solar radiation, with or without concentration; - interpret the results of the solar collectors certification; - design standard solar heating systems as well as new systems to fulfil specific energy needs; - use software to design solar heating systems; - recognize the possible uses of low and medium temperature solar thermal energy; - recognize the possible uses of low and medium temperature solar thermal energy.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Fundamentos de radiação solar e óptica 1.1. Geometria e componentes da radiação solar 1.2. Medição da radiação, tipos de informação disponíveis e modelos de previsão 1.3. interação dos materiais opacos e transparentes com a radiação; Efeito da sujidade e do ângulo de incidência 1.4. Utilizabilidade 1.5. Concentração da radiação solar 1.6. Óptica de concentradores estacionários 2. Colectores solares 2.1. Colectores planos 2.2. Colectores concentradores 3. Sistemas de aquecimento de água 3.1. Componentes 3.2. Configurações 3.3. Dimensionamento e simulação 4. Outras aplicações de energia solar térmica de baixa e média temperatura

6.2.1.5. Syllabus:
1. Fundaments of solar radiation and optics 1.1. Solar geometry and components of solar radiation 1.2. Instruments for measuring solar radiation, solar radiation data and solar radiation models 1.3. Radiation characteristics of opaque materials and radiation transmission through glazing; effects of the angle of incidence and of dirt 1.4. Utilizability 1.5. Concentration of solar radiation 1.6. Optics of nontracking collectors 2. Solar collectors 2.1. Flat-Plate collectors 2.2. Concentrating collectors 3. Solar water heating systems 3.1. System components 3.2. System configurations 3.3. Design and simulation 4. Other uses of low and medium temperature solar thermal energy

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

curricular.

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos teóricos e aplicações práticas que permitirão a concretização dos objetivos de aprendizagem, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica.
São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e as ferramentas práticas que permitirão aos alunos não só a compreensão dos casos casos práticos estudados como os capacitarão para o projeto e investigação de novas soluções que dêm resposta a solicitações e aplicações concretas.

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

The syllabus covers the main theoretical topics and practical applications that will enable the achievement of the learning outcomes, allowing students to review and deepen knowledge background, as well as acquire new knowledge useful to their training in physics engineering.
The syllabus provides the theoretical bases, the essential concepts and practical tools that will enable students to understand the studied cases as well as will enable students to design and research new solutions to new requests and specific applications.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A lecionação de Energia solar térmica utiliza a exposição oral e a resolução de exercícios durante as aulas (aulas teorico-práticas).
A aprendizagem é complementada com seminários para aprofundamento de temas relevantes nas matérias lecionadas, por convidados exteriores à UC, pela realização de trabalhos em grupo e por visitas de estudo.
A avaliação da UC é realizada através de trabalhos de grupo, de projeto e de um exame

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies of solar thermal energy course use oral exposure and resolution of exercises during classes (teorethical-practical classes).
Learning is complemented with seminars for deepening of relevant topics in the subjects taught, given by guests outside the course, with group work and field trips.
The evaluation of course is accomplished through group work, a project and an exam.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam adquirir conhecimentos e capacidades em conformidade com os objetivos da unidade curricular, nomeadamente, a capacidade de aplicarem os conhecimentos adquiridos a novas situações. Assim, considera-se essencial que, a par com a aquisição de conhecimentos teóricos sólidos, os alunos realizem trabalhos e projetos que os confrontem com problemas reais e complexos nesta área.

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

The teaching methodologies are intended to assure that students can acquire knowledge and skills in accordance with the objectives of the course, namely, the ability to apply the acquired knowledge to new circumstances. So, it is considered essential that, together with the acquisition of a solid theoretical knowledge, students do works and projects that engage with real and complex problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY

• Solar Engineering of Thermal Processes
• John Duffie, William Beckman
• 2013
• 4th edition

• Solar Energy Engineering: Processes and Systems
• Soteris A. Kalogirou
• 2013
• 2nd edition

• Planning and Installing Solar Thermal Systems: a guide for installers, architects and engineers
• German Solar Energy Society
• 2010
• 2nd Edition
• Earthscan

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY

• Energia Solar em Edifícios
• Luís Roriz, João Rosendo, Fernando Lourenço, Kathrin Calhau e Filipe Morais

• 2010 Ed.
• Orion

Mapa X - Electrodinâmica Clássica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Electrodinâmica Clássica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Jorge Manuel Amaro Henriques Loureiro (63.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Ensinar os conceitos básicos próprios de uma disciplina de Electrodinâmica Clássica, envolvendo tanto a sua componente não-relativista como relativista. Desenvolver as capacidades de compreensão e resolução de problemas nos diferentes aspectos de uma disciplina de Electrodinâmica Clássica.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Teaching a basic course on Classical Electrodynamics including both nonrelativistic and relativistic aspects. Developing the skills of comprehension and problem solving on the different aspects of a course on Classical Electrodynamics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1 - Propagação de ondas electromagnéticas em meios condutores e num plasma.
2 - Campo electromagnético: Leis de conservação e potenciais.
3 - Partículas carregadas em campos electromagnéticos: Lagrangiana e Hamiltoniana.
4 - Radiação emitida por cargas em movimento: Reacção do radiamento.
5 - Teoria clássica da interacção do radiamento com a matéria: Difusões de Thomson e de Rayleigh; Efeitos de Zeeman e de Faraday.
6 - Tipos de radiação: Radiação de Cherenkov; Bremsstrahlung; Radiação sincrotrónica.
7 - Teoria da Relatividade Restrita: Universo de Minkowski.
8 - Aplicação da Relatividade à Óptica: Efeito de Doppler; Aberração da luz.
9 - Cálculo Tensorial.
10 - Métricas da Teoria da Relatividade e Vectores do Universo.
11 - Electrodinâmica Relativista no vácuo: Tensor dos campos;Tensor energia-impulsão.
12 - Dinâmica Relativista: Quadrivector impulsão; Lagrangiana e Hamiltoniana relativistas.

6.2.1.5. Syllabus:
1 - Electromagnetic wave propagating in conducting media and in a plasma.
2 - Electromagnetic theory: Conservation laws and potentials.
3 - Charged particles in electromagnetic fields: Lagrangian and Hamiltonian.
4 - Radiation by moving charges: Radiative reaction force.
5 - Classical theory for interaction of radiation with matter: Thomson and Rayleigh scattering; Zeeman and Faraday effects.
6 - Radiating sources: Cherenkov radiation; Bremsstrahlung; Synchrotron radiation.
7 - Special theory of relativity: Minkowski's Universe.
8 - Relativity applied to optics: Doppler shift; Light aberration.
9 - Tensor calculus.
10 - Metrics on relativity and Universe vectors.
11 - Relativistic electrodynamics in vacuum: Field tensor; Four-vector force density; Energy-momentum tensor.
12 - Relativistic dynamics: Four-vector momentum; Relativistic Lagrangian and Hamiltonian.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos desta unidade curricular visam dotar os alunos com as competências e os conhecimentos em Electrodinâmica Clássica necessários para que os objectivos de aprendizagem indicados em 6.2.1.4 possam ser atingidos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus points of this curricular unit aim to give students the competences and the required knowledge on Classical Electrodynamics in order the learning outcomes described in point 6.2.1.4. may be achieved.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Dois testes durante o semestre ou exame final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Two tests during the semester or final paper.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas teóricas e de aulas de resolução de problemas. Esta abordagem permite não só cumprir os objetivos como auxilia o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies are based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of theory classes and practice problem solving classes. This approach allows to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Classical Electrodynamics, J. D. JACKSON, 1988, John Wiley, 3ª edição;
Principles of Electrodynamics, M. SCHWARTZ , 1972, Dover Publications;
Classical Electrodynamics, H. C. OHANIAN, 1988, Allyn and Bacon, Boston;
Elementos de Electrodinâmica Clássica, J. LOUREIRO, 2013, IST Press, nº 52 da Colecção - Ensino da Ciência e Tecnologia;
Física Relativista: Mecânica e Electromagnetismo, J. LOUREIRO, 2008, IST Press, nº 23 da Colecção - Ensino da Ciência e Tecnologia

Mapa X - Probabilidades e Estatística

6.2.1.1. Unidade curricular:
Probabilidades e Estatística

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
João Amaral (147.00), António Pires (0.00), Paulo Soares (63.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Telma Andrade Freire da Silva (21.00), Maria da Conceição Esperança Amado (0.00), Sofia Marta Lima Naique (63.00), João Alexandre Ferreira Pena do Amaral (21.00), Eunice Isabel Ganhão Carrasquinha Trigueirão (42.00), Maria do Rosário de Oliveira Silva (21.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Iniciação ao estudo da teoria das probabilidades e inferência estatística, tendo em vista a compreensão e aplicação dos seus principais conceitos e métodos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To learn the basic concepts in Probability Theory and Statistical Inferencce and the reasoning and calculus technics that enables its application to practcal situaptions.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Conceitos de probabilidade. Axiomática de Kolmogorov. Probabilidade condicionada. Independência.Teorema de Bayes.
Variáveis aleatórias discretas e contínuas.Função de distribuição.Valor esperado, variância e outros parâmetros.Distribuições discretas e contínuas usuais.
Distribuições conjunta, marginais e condicionadas.Independência.Correlação.Aproximações entre distribuições.Teorema do limite central.Lei dos grandes números.
Amostra aleatória.Estatísticas.Estimação pontual. Propriedades dos estimadores. Método da máxima verosimilhança.

Distribuições amostrais da média e variância. Intervalos de confiança para parâmetros de populações normais e outras.
Testes de hipóteses para parâmetros de populações normais e outras. estes de ajustamento de Pearson e de independência em tabelas de contingência.
Regressão linear simples.Estimação e inferências no modelo.Coeficiente de determinação e análise empírica de resíduos.

6.2.1.5. Syllabus:
Basic concepts in Probability. Axioms of Probability. Conditional Probability. Independence. Bayes Theorem.
Discrete and continuous random variables. Cumulative distribution function. Mean, variance and other parameters. Common discrete and continuous distributions.
Joint, marginal, and conditional probability distributions. Independence. Correlation. Approximations between distributions. Central Limit Theorem and the Law of Large Numbers.
Random sampling. Statistics. Point estimation. Properties of estimators. Maximum likelihood method. Sampling distribution of means and variances. Confidence intervals on the parameters of normal and other distributions.
Tests on the parameters of normal and other distributions. Goodness of fit tests and independence test on contingency tables.
Simple linear regression model. Estimation and inferences on the model. Coefficient of determination and analysis of residuals.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos são de natureza básica e não de especialização, o que está em linha com os objectivos de conhecimentos apontados. Trata-se de transmitir conceitos gerais de Probabilidades e Estatística que permitam aos alunos compreender como abordar de forma crítica a modelação e análise estatística em contextos simples com que contactem em trabalho ou na vida quotidiana.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The contents of the course are of basic rather than specialized nature, which is in line with the proposed objectives. The purpose is to pass on general concepts of Probability and Statistics, which will allow students to understand how to address, with a critical perspective, the statistical modeling and analysis in basic settings arising in their work or everyday life.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas téoricas (3h/semana) de apresentação dos conceitos que integram o programa e respectiva interpretação e exemplificação. Aulas práticas (1,5h/semana) para exercitar as técnicas introduzidas nas aulas teóricas. Avaliação por 2 testes escritos que focam os principais conceitos e técnicas introduzidos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Lectures (3h/week) for presenting the concepts, along with their interpretation and examples. Problem sessions (1.5h/week) for exercising the techniques introduced in the lectures. Evaluation by 2 written tests focusing on the key concepts and techniques introduced in the course.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os métodos de ensino e de avaliação foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento básico abrangente em Probabilidades e Estatística, sendo estes métodos usuais nas melhores universidades em disciplinas básicas de Matemática.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching and evaluation methods have been designed to allow students to develop wide-ranging basic knowledge in Probability and Statistics; these methods are common in the best universities for basic courses in Mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY

Título :Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientist
Autor(es):Sheldon M. Ross
Ano:2004
Referência:3a. edição, Elsevier/Academic Press

Título :Applied Statistics and Probability for Engineers
Autor(es):D. Montgomery and G. C.Runger

Ano:2003
Referência:3a.edição. Wiley & Sons

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY

Título :Probabilidades. Aplicações à Estatística
Autor(es):P. L. Meyer
Ano:1981
Referência:Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro

Título :Probabilidades e Estatística
Autor(es):B. J. Murteira
Ano:1990
Referência:Mcgraw-Hill, Vol. I e II, (2a edição).

Título :Introdução à Estatística
Autor(es):B. J. Murteira, C. S. Ribeiro, J. Andrade e Silva e C. Pimenta
Ano:2002
Referência:Mcgraw-Hill.

Mapa X - Laboratório de Física Experimental Avançada

6.2.1.1. Unidade curricular:
Laboratório de Física Experimental Avançada

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Sérgio Eduardo de Campos Costa Ramos (203.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Luís Miguel Faria Pereira Lopes da Silva (63.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Familiarização e aquisição de aptidões técnicas na execução de experiências de certa complexidade em:
i) fenómenos e meios não lineares, nomeadamente em meios anisótropos, ondas não lineares e sistemas caóticos;
ii) experiências avançadas em microfísica.

Adquirir as bases e a destreza experimentais para a concepção e realização de novas experiências.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To acquire technical abilities to perform experiments of a certain complexity in:
i) nonlinear phenomena and media, namely in anisotropic media, nonlinear waves and chaotic systems;
ii) advanced experiments in microphysics.

To obtain the experimental knowledge and skill necessary to succeed in the design of new experiments.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Dinâmica não linear. Duplicação de período e transição para o caos. Estudos dum circuito RLC não linear e dum pêndulo caótico.

Ondas não lineares. A equação de KdV. Solitões. Estudo das características de formação e propagação de solitões.

Estudo do decaimento beta de vários nuclídeos. Electrões de conversão interna. Uso de um detector de barreira de superfície.

Desintegrações alfa. Estudo da absorção de radiação alfa na matéria. Estudo das características de um detector semi-condutor. Uso de um amplificador de janela.

Aniquilação electrão-positrão. Estudo da aniquilação e+e- em pares de fotões, através do método das correlações angulares. Estudo de uma unidade de coincidências.

Tempo de vida médio de estados nucleares. Determinação da vida média do estado de 14 KeV do Fe-57 através da

distribuição temporal da emissão de 2 gamas em cascata, utilizando um TAC.

6.2.1.5. Syllabus:

Nonlinear dynamics. Period doubling and transition to chaos. Studies of a nonlinear RLC circuit and of a chaotic pendulum.

Nonlinear waves. The KdV equation. Solitons. Study of solitons formation characteristics and propagation.

Beta decay study of some nuclear species. Internal conversion electrons. Use of a surface barrier detector.

Alpha decay. Study of alpha radiation absorption in matter. Study of a semiconductor detector characteristics. Use of a bias amplifier.

Electron-positron annihilation. Study of e+e- annihilation in photon pairs, through the angular correlations method. Study of a coincidence unit.

Lifetime of nuclear states. Evaluation of the Fe-57 14 KeV state lifetime through the time distribution of its 2 cascade gammas emission, using a TAC.

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

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

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

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

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação contínua de conhecimentos através dos níveis de compreensão e de desempenho dos trabalhos experimentais realizados no Laboratório. Avaliação dos livros de bordo pessoais, onde cada aluno recolhe os dados brutos e faz a sua análise de dados (70%). Avaliação da apresentação oral final de um dos trabalhos, também elaborado sob a forma de artigo (30%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Continuous evaluation of knowledge through the quality and level of understanding of the experimental work carried on in the Laboratory. Evaluation of personal Logbooks, where each student collects raw data and performs the data analysis (70%). Evaluation of one of the works final oral presentation, also elaborated as an article (30%).

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

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Folhas da cadeira de LFEA: Aulas teóricas, Guia de Laboratórios, S. Ramos, 2008-2015, IST
- Universal Behaviour in Nonlinear Systems, M.J. Feigenbaum, Los Alamos Science, 1980
- Optics, E. Hecht, World Student Series edition, 1987
- Elements of Soliton Theory, G.L. Lamb, Jr., John Wiley and Sons, 1980
- Measurement and Detection of Radiation, N. Tsoulfanidis, Taylor & Francis, 1995
- Data Analysis, D.S. Sivia, Oxford University Press, 1995

Mapa X - Electromagnetismo e Óptica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Electromagnetismo e Óptica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Jorge Manuel Amaro Henriques Loureiro (112.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Artur Jorge Louzeiro Malaquias (77.00), Amaro José Rica da Silva (70.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta disciplina apresenta os conceitos e princípios básicos do electromagnetismo e da óptica reforçando a compreensão desses conceitos através de aplicações ao mundo real. Os alunos deverão ter a capacidade de manipular esses conceitos e saber aplicá-los à resolução de problemas. Os estudantes serão motivados por exemplos de aplicação dos princípios da física noutras áreas do conhecimento científico e tecnológico. O ensino teórico-prático será complementado com a realização de trabalhos laboratoriais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The principles and basic concepts of electromagnetism and optics are presented. The understanding of those concepts will be reinforced using real world applications. The students should be able to manipulate those concepts and apply them to solve problems. The students will be motivated with examples of the application of physical principles to other areas of science and technology. The course will include laboratorial work.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1.Campo electrostático. Lei de Coulomb. Noção de campo e de potencial. Dipolo elétrico. Lei de Gauss. Condensador.
2.Campo eletrostático na matéria. Dielétricos. Polarização. Energia elétrica.
3.Corrente elétrica estacionária. Equação da continuidade da carga. Lei de Ohm. Lei de Joule. Leis de Kirchoff.
4.Campo magnético no vácuo. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Força de Lorentz. Fluxo magnético. Coeficientes de indução.
5.Campo magnético na matéria. Magnetização. Diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo.
6.Indução eletromagnética. Lei de Faraday. Geradores elétricos. Corrente de deslocamento. Energia eletromagnética. Circuito RLC.
7.Equações de Maxwell. Ondas eletromagnéticas. Energia e intensidade das ondas eletromagnéticas.
8.Carácter eletromagnético da luz. Dispersão, polarização, reflexão, interferência e difração. Ótica geométrica. Equações de Fresnel e princípio de Fermat.

6.2.1.5. Syllabus:
1. Electrostatic field. Coulomb's law. Potential and fields. Electric dipole. Gauss's law. Capacitors.
2. Electrostatic field in matter. Dielectrics. Polarization. Electrical energy.
3. Direct current. Continuity equation for electrical charge. Ohm's l aw. Joule's law. Kirchoff's laws.
4. Magnetic field in vacuum. Biot-Savart's law. Ampére's law. Lorentz force. Magnetic flux. Induction coefficients.
5. Magnetic fields in matter. Magnetization. Diamagnetism, paramagnetism and ferromagnetism.
6. Electromagnetic induction. Faraday's law. Electrical generators. Displacement current. Electromagnetic energy.
7. Maxwell's equations. Electromagnetic waves. Monocromatic plane-waves. Energy and intensity of electromagnetic waves.
8. Light as an electromagnetic wave. Dispersion, polarization, reflection, interference and diffraction. Geometrical optics. Fresnel equations and Fermat's principle.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos desta unidade curricular visam dotar os alunos com as competências e os conhecimentos em Electromagnetismo e Óptica necessários para que os objectivos de aprendizagem indicados em 6.2.1.4 possam ser atingidos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus points of this curricular unit aim to give students the competences and the required knowledge on Electromagnetic Theory and Optics in order the learning outcomes described in point 6.2.1.4. may be achieved.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A componente teórico-prática será avaliada por testes e/ou exame final contando 75% para a nota final.

A componente laboratorial será avaliada por relatórios entregues no fim de cada sessão, contando 25% para a nota final.
Será exigida a nota mínima de 8.50 a cada componente para aprovação final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The student evaluation by tests and/or final exam has a 75% weight on the final grade.
The laboratory reports will be due at the end of each laboratory session, and will have a 25% weight on the final grade.
To pass the course a minimum grade of 8.50/20 from both evaluation components (test and/or exam and laboratory) will be required.

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

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies are based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work. This approach allows to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Physics for Scientists and Engineer , R. A. Serway, J. W. Jewett, 2004, ISBN: 0-53-440842-7;
Introdução à Física, J.D. Deus et al, 2000, ISBN: 972-7730-35-3;
Fundamentals of Physics, D. Halliday, R. Resnick, J. Walker , 2004, ISBN: 0-471-23231-9;
Physics for Scientists and Engineers, P.A. Tipler, 2003, ISBN: 0-71-674389-2;
Field and Wave Electromagnetics, D. K. Cheng, 1989, Addison-Wesley, 2nd Edition;
Electromagnetismo: Enunciado e Resolução de Exercícios; J. LOUREIRO, 1992, AEIST.

Mapa X - Laboratório de Oficinas

6.2.1.1. Unidade curricular:
Laboratório de Oficinas

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Umesh Vinaica Mardolcar (182.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
No

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta UC tem por objectivo facultar conhecimentos de projecto CAD e sua implementação experimental no âmbito da electromecânica.
Na componente mecânica, o projecto CAD é apoiado nas normas de Desenho Técnico. Na vertente experimental é adquirem-se conhecimentos de materiais de construção, técnicas de fabrico e trabalha-se directamente com máquinas ferramentas. Inclui-se ainda nesta área a construção de peças em impressão 3D.
A componente electrónica desta UC inicia-se pelo projecto CAD de uma Placa de Circuito Impresso (PCB). Permite conhecer experimentalmente componentes electrónicos, sua finalidade e inserção em PCB. Ainda na vertente laboratorial a PCB é construída, o que envolve as fases de montagem e soldadura de componentes, fazendo-se finalmente o teste da PCB.
No fim desta UC o aluno está apto a construir um equipamento laboratorial e a ter uma atitude crítica sobre projecto e equipamentos experimentais eletromecânicos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
This UC equips students with knowledge of CAD design and its experimental implementation within the electromechanical field.
Concerning the mechanical component, the CAD project is supported by the satndards of Technical Drawing. In the present experiment is to acquire knowledge of building materials, manufacturing techniques and works directly with machine tools. Aso Included in this area is the construction of parts in 3D printing.
The electronic component of this UC begins with the CAD design of a Printed Circuit Board (PCB). It allows experimental knowledge of electronic components, their purpose and insertion into PCB. Also in the present laboratory

activity, a PCB is constructed, which involves the steps of assembly of components and soldering; finally the working test of the PCB is performed.
At the end of this course the student is able to build a laboratory equipment and have a critical assessment about eletromechanical equipment, its design and construction.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
I - Mecânica
I.1- Materiais metálicos, poliméricos, cerâmicos e compósitos. Propriedades mecânicas e termofísicas. Tratamentos térmicos. Condições de utilização.
I.2- Alguns processos de produção de peças. Corte por arranque de apara. Ligação de peças.
I.3- Desenho Técnico. Introdução (vistas, legenda, escalas, etc). Normas. Projecções. Cortes e secções. Cotagem. Tolerâncias dimensionais e geométricas. Acabamento superficial. Elementos de máquinas. Soldadura. Esboço de peça mecânica.
I.4- Desenho assistido por computador CAD.
II- Electrónica
II.1- Componentes electrónicos no contexto de aplicação: para que serve, símbolo, identificação do componente e seus terminais e como se implanta.
II.2- Projecto da placa de circuito impresso assistido por computador. Implantação de componentes e traçado de pistas.
II.3- Montagem e soldadura de componentes.
II.4- Teste da placa. Montagem em caixa de instrumentação.

6.2.1.5. Syllabus:
I- Mechanics
I.1- Metallic materials, polymers, ceramics and composites. Mechanical and thermophysical properties. Heat treatments. Applications.
I.2 - Some manufacturing processes. Connection of mechanical parts.
I.3- Technical Drawing. Introduction (views, legend, scale, etc). Technical design standards. Projections. Cuts and sections. Dimensioning. Dimensional and geometric tolerances. Surface finishing. Machine elements. Welding. Outline of mechanical parts.
I.4- Computer Aided Design (CAD).
II - Electronics
II.1 -Electronic components focused on the application: what it does, symbol, component identification and their terminals and how they are inserted.
II.2- Design of the printed circuit board with CAD. Insertion of component footprints and connection of the pins by drawing the traces.
II.3- Assembly and soldering of components.
II.4 - Board test. Assembling the PCB into an instrumentation box.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
O projeto CAD de mecânica é efectuado em AutoCAD. Os alunos têm contacto direto com os materiais mais frequentes em Engenharia: metais, polímeros, cerâmicos e compósitos. No contexto laboratorial trabalha-se com máquinas ferramentas, equipamentos de corte e de soldadura.
Usa-se a impressão 3D de algumas peças mecânicas.
No âmbito da electrónica o conhecimento físico de componentes electrónicos, sua finalidade, identificação de terminais e critérios de inserção em PCB são fundamental para o projecto. Esta etapa é reforçada com a implementação do circuito em Breadboard e o teste efectuado com placa de aquisição Arduino. O projecto é efectuado em CAD (Express PCB). A ligação das pistas obedece a critérios específicos. Na fase seguinte procede-se à construção da Placa de Circuito Impresso (PCB) pelas fases de sensibilização UV e corrosão. Segue-se a montagem e soldadura de componentes e, finalmente o teste da placa.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
CAD design of mechanics is done in AutoCAD. Students have direct contact with the most common materials in engineering: metals, polymers, ceramics and composites. They work with machine tools, cutting equipment and welding, in the laboratory.
Some mechanical parts are constructed by the use of 3D printing technique.
The experimental knowledge of electronic components includes their purpose, terminal identification and PCB insertion criteria whitch are critical to the project. This step is enhanced by the implementation of the circuit on Breadboard and the test is performed using Arduino acquisition board. The electronics project is developed using CAD (PCB Express). The connection of the tracks meets specific criteria. The next phase is the construction of the Printed Circuit Board (PCB) by UV sensitivity and then the corrosion. Follows the assembly and soldering of the components and finally the test of the Board.
This UC has an essentially applied technological nature.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Cada aluno tem semanalmente, uma aula teórica de 1 hora e 1 aula laboratorial de 3 horas.
Nas aulas teóricas são explicados os contextos referidos no programa e os procedimentos experimentais das aulas de laboratório.
Cada aula de laboratório representa uma etapa do desenvolvimento do projecto e tem uma avaliação paramétrica que o aluno conhece previamente.
A avaliação é contínua. O aluno tem conhecimento da classificação de cada aula no início da aula seguinte.

O módulo de mecânica é avaliado em 10 valores, sendo: Tecnologia Mecânica (1) e CAD (9).

Os alunos podem optar por melhoria tendo neste caso o CAD o peso de 60% e o protótipo 40% repartidos por: complexidade (1,5), soldadura/ligação de peças (0,50), qualidade da construção (1,0) e funcionamento (0,60).

O módulo de electrónica é avaliado em 10 valores, sendo projeto (6,0) e protótipo (4).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Each student has per week, a lecture 1 hour and 1 laboratory class of 3 hours.
In the theoretical classes are explained the contexts described in the program and experimental procedures of laboratory classes.
Each laboratory class represents a project development stage and has a parametric assessment that the student previously knows.
The evaluation is continuous. The student is aware of the evaluation of each class at the beginning of the next class.

The mechanical module is evaluated at 10 rating values, as follows: Mechanical Technology (1) and CAD (9).

Students can opt for improvement. In this case the CAD weight is 60% and the prototype 40% divided into: complexity (1.5), welding / bonding parts (0.50), quality of construction (1.0) and operation (0.60).

The electronic module is evaluated by 10 values, being project (6.0) and the prototype (4).

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

Esta UC tem carácter essencialmente experimental. Por isso a metodologia de ensino assenta num conjunto de aulas teóricas onde é facultada a base de todo o trabalho experimental.
A aprendizagem do software (AutoCAD e Express PCB) é efetuada nas aulas de laboratório seguindo tutoriais elaborados especificamente para o efeito. Os tutoriais, as folhas de apoio da disciplina e os guias de laboratório estão disponíveis aos alunos na plataforma Fenix do IST.
Para atingir os objetivos de aprendizagem desta UC os alunos elaboram projetos de mecânica/eletrónica de carácter experimental seguindo várias etapas de modo a cobrir todos os aspetos inerentes ao desenvolvimento do processo. A frase que melhor descreve a metodologia é "fazer para aprender".

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

This course has mainly an applied basis. So the teaching methodology is based on a set of lectures where the details of all the experimental work is provided.
The learning of the software (AutoCAD and Express PCB) is performed in lab classes following tutorials specifically created for that purpose. The tutorials, the discipline support texts and lab guides are available to students in Fenix IST platform.
To achieve the learning objectives of this course students elaborate mechanical/electronics projects of experimental nature following several steps in order to cover all aspects inherent to the development of the process. The phrase that best describes the methodology is "to do to learn."

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
• Disciplina de Laboratório de Oficinas – Texto didático (Folhas de apoio) ,
U V Mardolcar, 2015.
• AutoCAD Tutorial, U V Mardolcar, 2015.
• PCB Express Tutorial, U V Mardolcar, 2015.
• Laboratório de Oficinas - Guias de Laboratório,
U V Mardolcar, 2015.
• Desenho Técnico Moderno,
Arlindo Silva, Carlos Ribeiro, João Dias, Luís Sousa 2006
Edições Técnicas Lidel, ISBN: 9789727573370
• Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais, William F. Smith 1998
Mc. Graw-Hill de Portugal Lda, ISBN nº 0-07-100936-1

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
• Printed Circuits Handbook,
Clyde F. Coombs 2001
McGraw-Hill Professional, ISBN nº 0-07-012754-9

Mapa X - Sistemas de Aquisição de Dados

6.2.1.1. Unidade curricular:
Sistemas de Aquisição de Dados

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Bernardo Carvalho (112.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Pedro Francisco de Deus Lourenço (42.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Adquirir formação específica na área das tecnologias e ferramentas modernas utilizadas nos Sistemas Informatizados de Aquisição de sinais produzidos por instrumentação electrónica em ambientes laboratoriais ou na industria.
Aplicar as competências do aluno na utilização destes sistemas em dispositivos experimentais para obter medidas de grandezas físicas com vista ao seu armazenamento, processamento digital, visualização gráfica e aplicação em Controlo.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Basic concepts, terminology and main components of control and data acquisition system. Introduction to organization, development and operation and of small to large complexity systems. Acquaintance with the physical data chain involving conversion, acquiring, processing, visualization and storage. Introduction to the software development techniques related to these systems, namely resource sharing, multitasking, synchronization and message passing between processes and subsystems. Introduction to Real-Time systems. Laboratory work is to be carried through the semester.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Introdução aos Sistemas de Aquisição de Dados e Controlo desde experiências simples de bancada até às maiores instalações de Física Experimental..
Compreender a cadeia a partir do sinal físico até se obter dados armazenados : o problema da amostragem no tempo e discretização na amplitude:
1) Transformadas de Fourier, Laplace e "Z", na análise de sinais contínuos e de tempo discreto
2) Teorema de Nyquist-Shanon. Análise em frequência. Desenho e prática de Filtros analógicos e digitais
3) Quantização de sinais, erros e resolução instrumental.
4) Tecnologias e dispositivos de conversão Analógica-Digital. Conversores de sinal ADC na banda de base e sobre-amostrados (e.g Sigma-Delta).
5) Sistemas de Trigger e de seleção de eventos
6) Conceitos básicos de programação em SAD
7) Sistemas e barramentos de hardware (ex VMEbus, PCI, PCIe e ATCA) para leitura de dados com alto débito e elevada capacidade de processamento.

6.2.1.5. Syllabus:
Introduction on Data Acquisition Systems from simple desktop experiments to large experimental devices (eg. ITER and LHC)
Upon completing this course the student should be familiar with:
1) Identify the signal chain starting from the detector to the signal database
2) Nyquist-Shanon Theorem, Frequency analysis of discrete time signals
3) Quantization Errors and resolution
4) Different methods of Analog-to-Digital conversion. Baseband and Oversampling ADCs
5) Trigger and Event Systems
6) Data transmission and Hardware Standards and Busses for DAQ systems
7) CODAC Software packages Server Client systems

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Além de uma formação teórica nos tópicos enunciados os alunos irão desempenhar em grupo no laboratório trabalhos

comuns que abordam as técnicas de amostragem e conversão analógica-digital de sinais e as suas limitações.
A disciplina inclui ainda uma componente de projeto, em que alunos desenvolvem em equipa um sistema completo funcional de aquisição e/ou controlo para uma experiência laboratorial de física já existente nos Laboratórios do IST ou de sua criação.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The course relies on a set of "hands on" laboratory projects, with each assignment covering a different aspects of data sampling, converting, data acquisition and control, including programming. In the last project part the students will develop a functional DAQ system for an existing laboratory physics experiment.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A metodologia seguida baseia-se em aulas expositivas sobre os principais conteudos programáticos numa sequência apropriada à exploração seguida em laboratório.
Avaliação contínua do desempenho dos alunos no laboratório, relatórios dos trabalhos (60%) e da parte teórica por exame final ou conjunto de testes (40%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Continuous assessment of student performance in the course of a set practical assignments with a weight of 60% and second component, consisting of the mark obtained in three written tests during the semester or a final exam with weight of 40%.

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Analog-to-Digital Conversion, Marcel J.M. Pelgrom, Springer 2013
Data Conversion Handbook, Analog Devices Inc., Newnes; 1 edition (December 16, 2004)
Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems, John Park, Steve Mackay, 2003, Newnes

Mapa X - Ondas e Instabilidades em Plasmas

6.2.1.1. Unidade curricular:
Ondas e Instabilidades em Plasmas

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Nuno Loureiro (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Aprender os conhecimentos de base da teoria cinética das ondas em plasmas. Ser capaz de utilizar as equações fundamentais da teoria cinética dos plasmas no estudo de diferentes tipos de ondas e instabilidades em plasmas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To learn basic knowledge on plasma wave kinetical theory. To be able to apply the fundamental equations of plasma wave kinetical theory to study diferent types of wave and instabilities in plasma systems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Teoria hidrodinâmica das ondas em plasmas;

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

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

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, os temas do programa cobrem os assuntos necessários para aquisição dos conhecimentos básicos requeridos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, the syllabus points (point 6.2.1.5) cover the subjects needed to develop the required basic knowledge.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exame Final

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Final Examination

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Waves in Plasmas, P. H. Stix, 1992, American Institute of Physics

Mapa X - Laboratório de Física Experimental Básica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Laboratório de Física Experimental Básica

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

Gonçalo Figueira (77.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Bernardo Brotas de Carvalho (63.00), Maria Manuela de Sousa Mendes (189.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se estimular o interesse dos estudantes pelos métodos experimentais para desenvolver a capacidade de observação e de análise de fenómenos físicos. Realizam-se experiências básicas de Física com o objectivo de induzir os estudantes a adquirir sólida capacidade para discutir os modelos simples utilizados na interpretação das experiências. Especial atenção é dedicada à expressão numérica dos resultados assim como ao seu significado físico.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The purpose is to stimulate the interest of the students by the experimental methods in order to develop their capacity of observation and of analysis of physical phenomena. Basic experiments of Physics are performed to induce the students to get strong capacity of discussing the simple models used to interpret the experiments. Special attention is devoted to the numerical expression of the results as well as to their physical meaning.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Acção dos campos eléctrico e magnético sobre um feixe de electrões.
Funcionamento do osciloscópio. Medidas de tensão (AC,DC). Observação de sinais periódicos. Composição XY.
2. Movimento de partículas electrizadas num fluido não condutor sob um campo eléctrico. Determinação da carga de microgotas de óleo.
3. Estimativa da velocidade de propagação da luz no ar e em meios transparentes (sólido e liquido) com um feixe luminoso modulado em frequência.
4. Óptica Geométrica. Reflexão e Transmissão da Luz. Reflexão total. Determinação do índice de refracção. Polarização. Formação de imagens com instrumentos ópticos. Lentes convergentes e divergentes. Associação de lentes delgadas. Os meios birefingentes. Determinação do poder dispersivo de um prisma de vidro usando lâmpadas espectrais.

6.2.1.5. Syllabus:
1.Action of electric and magnetic fields on an electron beam. Introduction to the use of an oscilloscope. Measurements of electric tension (AC,DC). Measurements of electric tension (AC,DC). Observation of periodic signals. Composition XY. Measurement of electric tension and current in a resistive circuit ? Ohm law.
2.Motion of charged particles in a non conductor fluid under an electric field. Estimation of the electric charge of micrometer oil drops.
3.Estimation of the velocity of the light in the air and in transparent media (solid and liquid) with a light beam modulated in frequency.
4.Geometrics Optics. Reflexion and Transmission. Total reflexion. Estimation of refractive index. Polarization. Images obtained with optical instruments. Convergent and divergent lens. Association of thin lens. The birefringent materials. Estimation of the dispersive power of a glass prism using a spectral tube.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
O programa da unidade curricular contém experiências básicas dos inícios da física quântica (Millikan, Thomson, Planck), fundamentos de óptica (óptica geométrica, instrumentos ópticos, poder dispersivo) e propriedades das ondas (velocidade da luz, ondas mecânicas). Cada uma destas experiências permite desenvolver a capacidade de analisar quantitativa e qualitativamente os resultados de uma experiência, envolvendo instrumentos, técnicas e medicões diferentes.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus contains basic experiments from the foundations of quantum physics (Millikan, Thomson, Planck), fundamentals of optics (geometrical optics, optical instruments, dispersive power) and wave properties (speed of light, mechanical waves). Each of these experiments allows them to develop the ability to analyze quantitatively and qualitatively the results of an experiment involving different instruments, techniques and measurements.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Duas aulas teóricas semanais de uma hora de duração, durante metade do semestre. Uma aula semanal de laboratório de 4,5 horas durante todo o semestre. Avaliação de conhecimentos contínua (sem exame escrito) baseada na apreciação de:
• trabalho experimental realizado em cada sessão (por cada grupo de três alunos) e do relatório correspondente, preparado e elaborado durante a aula de laboratório
• pequena prova individual de laboratório (de duração máxima 2 h) sobre aspectos contidos nos trabalhos realizados durante o semestre.

O peso relativo destas duas contribuições é respectivamente de 3/4 e 1/4.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Two one-hour weekly lectures furing the first half of the semester. One 4.5 hours weekly laboratory session during the whole semester. Continuous evaluation based on the assessment of:
• the experimental work performed in each session (in groups of three students) and the corresponding report, prepared and submitted during the laboratory class
• a small individual laboratory test (2 hours max) about topics from the work done during the semester.
The relative weight of these two contributions is respectively 3/4 and 1/4.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A unidade curricular contém a formação teórica e experimental adequada à realização das experiências propostas, bem como o material de laboratório adequado. A organização dos estudantes em grupos de três elementos fomenta a interpretação conjunta e discussão sobre os resultados das experiências.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The course contains the theoretical and experimental training adequate for the proposed experiments, and the adequate laboratory equipment. The organization of the students into groups of three fosters the joint interpretation and discussion of the results of the experiments.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
• Guia de apoio ao laboratório: Contribuição para o desenvolvimento...: A. C. Ribeiro, P. Sebastião e F. Tomé 2005 AEIST

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
• Introdução à Física: J. Dias de Deus, M. Pimenta, A. Noronha, T. Peña e P. Brogueira 1992 Mc. Graw Hill
• Great Experiments in Physics: M. Shamos 1987 Dover
• The Art of Experimental Physics: D. Preston, E. Dietz 1991 John Wiley
• Physics for Scientists and Engineers (with Modern Physics): Serway 1990 Saunders College Publishing
• University Physics: H. Young, R. Freedman 1996 Addison-Wesley

Mapa X - Física de Partículas

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física de Partículas

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Mário João Martins Pimenta (22.40)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Ruben Maurício da Silva Conceição (11.20), Jorge Manuel Rodrigues Crispim Romão (22.40)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Dar uma introdução a FP, com ênfase na teoria e na experiência. Os estudantes devem adquirir um conhecimento básico dos desenvolvimentos mais importantes da FP e obter uma perspectiva das questões fundamentais em aberto no domínio. Deve tambem dar uma base para aqueles que pretendem seguir uma especialização em FP teórica ou experimental.

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

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Constituintes e interacções fundamentais. Cinemática Relativista. Secção eficaz. Unidades. Interacção de partículas com a matéria. Detectores e Aceleradores. A experiência de Rutherford. Factores de forma, Potencial de Yukawa, difusão de eletrões. Raios cósmicos. Anti-matéria. Pioes e muões. A estranheza. Mecanica Quantica Relativista:

Colisões e decaimentos. Eq. de Klein-Gordon e de Dirac. Teoria quântica dos campos e diagramas de Feynman.:QED. Grupos e simetrias. O Zoo das partículas. Isospin. "The eightfold way": Os Quarks. Difusão inelástica profunda. Quarks e partões. A côr. O campo electromagnético. Invariância de gauge. As interacções fracas. O modelo de Fermi. A violação da Paridade. A teoria V-A. O Modelo Standard Electrofraco Quebra espontanea de Simetría: O mecanismo de Higgs.Testes experimentais. A descoberta do Higgs. A matriz Kobayashi-MasKawa. A violação de CP. Neutrinos e Oscilações de Neutrinos.Astropartículas.

6.2.1.5. Syllabus:

The building blocks and the fundamental interactions. Relativistic kinematics. Cross section.Unities. Interaction of particles with the matter. Detectors and accelerators. Non relativistic Quantum Mechanics. Rutherford experiment. Form factors. Yukawa potential. Cosmic rays . Anti-matter. Yukawa meson: pions and muons. The strangeness. Relativistic Quantum Mechanics: Klein-Gordon and Dirac equations. Fermi golden rule: collisions and decays. Quantum field theory and Feynman diagrams. QED. Groups and symmetries. The particle Zoo: leptons, mesons and baryons. Isospin. "The eightfold way". Quarks. Deep inelastic scattering. Quarks and partons. The colour. Gauge invariance. Fermi Weak interactions. Parity violation. V-A. The electroweak standard model: : SU(2)L X U(1). Spontaneous symmetry breaking : the Higgs boson. Experimental tests of the Standard Model. The discovery of the Higgs boson. Kobayashi-MasKawa matrix. CP violation. Neutrinos oscillations. Astroparticle physics.

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

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

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

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

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A componente lectiva desta cadeira é ministrada em aulas teóricas que são complementadas por séries semanais de problemas e uma aula prática mensal. É ainda disponibilizado um horário semanal de dúvidas. A componente principal da avaliação (75%) é efectuado num regime clássico de 2 testes e/ou exame final. É igualmente proposto aos alunos a realização (individual ou num grupo de dois alunos) de um pequeno artigo (4 páginas) com o formato de um "proceeding" de conferência em que se discuta teórica e experimentalmente uma observável em física de partículas e astropartículas. Esta componente tem o peso de 25% e destina-se a colocar os alunos em contacto com os artigos reais de investigação nesta área.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching component of this unit is carried out in theoretical classes which are complemented by weekly series of problems and a monthly practical class. A weekly schedule to clarify doubts is also made available. The main component of the evaluation (75%) is carried out using the classical method of 2 tests and/or final exam. Students can also write (individually or in a group of two students) a short article (no more than 4 pages) in the format of a scientific paper, in which a theme in particle and astroparticle physics will be theroretically and experimentally discussed. This component has a weight of 25% and enables students to get in touch with the articles of research which are effectively published in this field.

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

A indole introdutória desta cadeira a um domínio que abarca um conjunto vasto de aspectos teóricos e experimentais leva à necessidade da existência das três componentes utilizadas, aulas teóricas, problemas e a discussão de um artigo específico.

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

The introductory nature of this course to a domain that covers a wide range of theoretical and experimental aspects leads to the need of the following three components: theoretical classes, problems and the discussion of a specific article.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Modern Particle Physics, Mark Thomson, 2013, Cambridge University Press
An introduction to Particle and Astroparticle Physics, Alessandro De Angelis, Mário Pimenta, Springer
Modelo Standard das Interacções Electrofracas, Jorge Romão, http://porthos.ist.utl.pt/ftp/textos/ElectroWeakSM.pdf

Mapa X - Física do Globo

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física do Globo

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
UC de opção que não funcionou e não tem responsável atribuído

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Proporcionar uma primeira abordagem dos conceitos e modelos fundamentais da Geofísica Interna. Tornar o estudante apto à realização de actividades de investigação em Geofísica, ao nível de projecto final de curso ou pós-graduação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To provide a first approach to the fundamental concepts and models of Solid Earth Geophysics. To enable the student to conduct research work in Geophysics, as graduation thesis or post-graduate level.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Estrutura e evolução da Terra. O mecanismo da Tectónica de Placas. . Campo Gravítico terrestre. Campo magnético terrestre. Sismologia. Teoria geral da inversão de dados geofísicos.

6.2.1.5. Syllabus:
Structure and evolution of the Earth. Plate Tectonics and its mechanism. Earth's gravity and magnetic fields. Seismology. General theory of inversion of geophysical data.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5 são os necessários para dotar os alunos dos conhecimentos e competências no domínio da UC.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, the syllabus (point 6.2.1.5) include the subjects necessary to give the students the main competences, knowledge and skills specify to the domain of the UC.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Avaliação contínua. Apresentação de um tópico do programa à turma. Monografia individual sobre um tópico à escolha.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Continuous assessment. Presentation to the class. Written essay on one of the topics of the programme.

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
The interior of the Earth, M. H. P. Bott , 1980, Bott ; An introduction to seismology, earthquakes and Earth structure, S. Stein and M. Wyssession , 2003 , Stein and Wyssession ; Potential theory in gravity and magnetic applications , R. Blakely , 1996, Blakely; Foundations of Geomagnetism , G. Backus, R. Parker and C. Constable , 1996 , Backus et al.

Mapa X - Análise Complexa e Equações Diferenciais

6.2.1.1. Unidade curricular:
Análise Complexa e Equações Diferenciais

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
José Matias (98.00), Carlos Rocha (56.00), Luís Barreira (0.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Rui Miguel Rodrigues Saramago (105.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Formação básica em: funções de uma variável complexa, equações diferenciais ordinárias, métodos de análise de Fourier com aplicação à resolução de equações diferenciais parciais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Understanding of the basics in: functions of one complex variable, ordinary differential equations, Fourier analysis methods applied to the solution of partial differential equations.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Análise Complexa. Plano complexo. Séries numéricas. Séries absolutamente convergentes. Séries de potências. Diferenciabilidade, funções holomorfas. Complementos sobre séries de funções, funções analíticas. Teorema de Cauchy. Homotopia. Fórmula integral de Cauchy. Singularidades isoladas. Série de Laurent. Teorema dos resíduos. Integrais impróprios. Teoremas de convergência. Regra de Leibniz.
Equações diferenciais ordinárias. Equações de primeira ordem. Equações lineares, separáveis, exactas e factores integrantes. Existência e unicidade de solução. Extensão de solução. Resolução de sistemas de equações ordinárias lineares. Exponencial de uma matriz. Fórmula de variação das constantes. Equações lineares de ordem superior. Séries de Fourier. Convergência de séries de Fourier. Equações diferenciais parciais. Método de separação de variáveis. Equação do calor. Equação de Laplace. Equação das ondas.
Transformada de Laplace.

6.2.1.5. Syllabus:
Complex Analysis. The complex plane. Series. Absolute convergence. Power series. Differentiability, holomorphic functions. Analytic functions. Cauchy?s theorem. Homotopy. Cauchy?s integral formula. Isolated singularities. Laurent series. Residues theorem and its application in the evaluation of improper integrals.
Ordinary differential equations. First order differential equations. Linear, separable, exact equations and integrating factors. Existence and uniqueness of solutions. Extension of solutions. Solutions of systems of ordinary linear differential equations. Matrix Exponentials. The variation of constants formula. Linear equations of higher order. Fourier series. Convergence of Fourier series. Partial differential equations. Separation of variables. Heat equation. Laplace equation. Wave equation.
Laplace transform.

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

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The contents are those required in the context of the course for students to develop skills relevant to the curriculum objectives set.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teóricas de exposição da matéria complementadas com sessões de resolução de problemas nas aulas práticas, individuais ou em grupo.
A avaliação combina uma componente de avaliação contínua nas aulas práticas (opcional) e avaliação escrita dividida por 2 testes.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The topics covered in this course are discussed in larger lectures, while students meet to discuss problems and examples in smaller problem

sessions where they can also work in groups. Evaluation combines grades from the problems session (optional) and 2 written midterm exams.

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Complex Analysis, L. Ahlfors, 1979, 3rd edition, McGraw Hill; Análise Complexa e Equações Diferenciais, L. Barreira, 2013, IST Press, Colecção Ensino da Ciência e da Tecnologia 30, 2ª edição; Exercícios de Análise Complexa e Equações Diferenciais, L. Barreira, C. Valls, 2010, IST Press, Colecção Apoio ao Ensino; Equações Diferenciais Ordinárias, J. Sotomayor, 2012, Textos Universitários do IME-USP, Editora Livraria da Física

Mapa X - Relatividade e Cosmologia

6.2.1.1. Unidade curricular:
Relatividade e Cosmologia

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
José Lemos (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introduzir os alunos nos conceitos básicos de relatividade geral e suas aplicações à cosmologia e a certos aspectos da astrofísica.
Tornar os alunos aptos a trabalharem nesta área e a lerem a literatura especializada mais relevante.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To give students a pratical knowledge in the area and to make them able to read the relevant literature.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
I. Cálculo tensorial e noções básicas de geometria diferencial.
II. As equações de campo de Einstein e os testes clássicos da relatividade geral:
a) precessão do periélio de Mercúrio; b) deflexão da luz num campo gravitacional; c) desvio para o vermelho num campo gravitacional.
III. Buracos negros
IV. Cosmologia:
a) cosmografia e testes clássicos da cosmologia; b) estudo do modelo do big-bang; c) dificuldades do modelo.
V. Noções básicas sobre os buracos negros.

6.2.1.5. Syllabus:
Introduction to differential geometry.
Einstein's equations and classical testes of the theory.
Black holes.
Cosmology: the standard model.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, os pontos dos conteúdos programáticos incluem os temas

necessários para dotar os alunos com os conhecimentos e competências definidos nos referidos objetivos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, the syllabus points cover the subjects needed to give students the competences and the required knowledge and skills defined in the learning outcomes.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Testes ou Exame Final.
Avaliação por testes: 3 testes. A Nota Final é a média das duas melhores notas.
Avaliação por exame: 1 exame final.
A aprovação por testes exclui a possibilidade de avaliação por exame.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
3 tests or a final exam.

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Introducing Einstein's Relativity, Ray D'Inverno, 1992, Clarendon Press, Oxford; Gravitation, Charles Misner, Kip Thorne, and John Archibald Wheeler, 1973, W. H. Freeman

Mapa X - Cálculo Diferencial e Integral I

6.2.1.1. Unidade curricular:
Cálculo Diferencial e Integral I

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Manuel Ricou (84.00), Maria Bastos (63.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Paulo Sérgio de Brito e Silva dos Anjos Lopes (42.00), Luís Filipe Serrazes Ventura de Barros Pessoa (42.00), António José Vieira Bravo (21.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Formação básica em Análise Matemática. Domínio das seguintes matérias: sucessões, cálculo diferencial e integral de funções reais de uma variável real. Introdução às séries numéricas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Understanding of the basics in mathematical analysis. Knowledge of sequences, differential and integral calculus real functions of one real variable. Introduction to numerical series.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Números reais (propriedades de corpo; relação de ordem e axioma do supremo). Números naturais. Método de indução. Sucessões: Limite, sucessão de Cauchy.
Funções reais de variável real: limite e continuidade; diferenciabilidade - teoremas fundamentais; Regra de Cauchy e levantamento de indeterminações; Fórmula de Taylor. Primitivação. Cálculo integral em R: integral de Riemann; integrabilidade de funções seccionalmente contínuas; teorema fundamental do cálculo; fórmulas de integração por partes e por substituição. Funções transcendentes elementares: logaritmo, exponencial e funções hiperbólicas. Séries numéricas: série geométrica; critérios de comparação; séries absolutamente convergentes; séries de potências

6.2.1.5. Syllabus:
Real numbers (field properties; order relation and least-upper-bound (completeness) axiom). Natural numbers. Induction. Sequences: notion of convergence, Cauchy sequences. Real functions of one real variable: limit and continuity; differentiability ? fundamental theorems; L? Hôpital?s rule; Taylor?s formula. Anti-derivatives. Integral calculus in R: Riemann?s integral; integrability of piecewise continuous functions; fundamental theorem of calculus; formulas for integration by parts and substitution. Transcendental elementary functions: logarithm, exponential and hyperbolic functions. Numerical series: geometric series; comparison criteria; absolute convergence; power series.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, os pontos dos conteúdos programáticos cobrem os assuntos necessários para dotar os alunos com os conhecimentos dos referidos objetivos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, all the syllabus points cover the subjects needed to give students the required knowledge and skills defined by the learning outcomes.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teóricas de exposição da matéria complementadas com sessões de resolução de problemas nas aulas práticas, individuais ou em grupo. A avaliação combina uma componente de avaliação contínua nas aulas práticas (opcional) e avaliação escrita dividida por 2 testes.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The topics covered in this course are discussed in larger lectures, while students meet to discuss problems and examples in smaller problem sessions where they can also work in groups. Evaluation combines grades from the problems session (optional) and 2 written midterm exams.

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Cálculo, T. M. Apostol, 1994, Vol. I. Reverté; Introdução à Análise Matemática, J. Campos Ferreira, 1995, 6ª ed. Fundação Gulbenkian; A First Course in Real Analysis, Murrey H. Protter and Charles B. Morrey, 1993, Springer-Verlag

Mapa X - Energia Solar Fotovoltaica

6.2.1.1. Unidade curricular:
Energia Solar Fotovoltaica

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Luís Mendes (14.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
José Manuel Dias Ferreira de Jesus (28.00), Ana Maria Heleno Branquinho de Amaral (14.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Quando terminar a unidade curricular o aluno deverá ser capaz de: - selecionar e utilizar os tipos de dados e os modelos de radiação solar mais apropriados para cada tipo de aplicação; - identificar os processos físicos envolvidos

na captação e conversão da energia solar em energia eléctrica; - interpretar os resultados da certificação dos módulos fotovoltaicos; - avaliar do ponto de vista técnico a oferta comercial de produtos e sistemas fotovoltaicos; - projetar sistemas standard assim como desenvolver sistemas de raiz para satisfazer necessidades de energia concretas; - utilizar ferramentas informáticas de projeto de sistemas fotovoltaicos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of the course, the student will be able to: - select and use the solar radiation data and models better suited for each application; - recognize the physics of the solar cells; - interpret the results of the photovoltaic modules certification; - technically evaluate commercial solar modules and systems; - design standard photovoltaic systems as well as new systems to fulfil specific energy needs; - use software to design photovoltaic systems

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Radiação solar 1.1. Geometria e componentes 1.2. Medida, dados disponíveis e modelos de previsão 1.3. materiais opacos e transparentes 2. Propriedades dos semicondutores 2.1. Estrutura e bandas de energia 2.2. Densidade de estados 2.3. Concentrações em equilíbrio 2.4. Absorção de luz 2.5. Recombinação 2.6. Transporte de portadores 2.7. Equações dos semicondutores 2.8. Junção pn 3. Células fotovoltaicas 3.1. Condições de fronteira 3.2. Taxa de geração 3.3. Solução da equação de difusão dos portadores minoritários 3.4. Característica I-V 3.5. Interpretação da característica I-V 3.6. Propriedades das células 4. Energia captada e fornecida por módulos FV 4.1. Condições reais de funcionamento 4.2. Sistemas FV isolados e ligados à rede elétrica 4.3. Principais componentes dos sistemas FV 4.4. Princípios de projeto de sistemas 4.5. Fiabilidade e dimensionamento de sistemas isolados 4.6. Dimensionamento de sistemas interligados com a rede elétrica

6.2.1.5. Syllabus:

1. Solar radiation 1.1. Solar geometry and components 1.2. Measuring instruments, data and models 1.3. Characteristics of opaque and transparent materials 2. Fundamental Properties of Semiconductors 2.1. Crystal structure and energy band structure 2.2. Densities of state 2.3. Equilibrium carrier concentrations 2.4. Light absorption 2.5. Recombination 2.6. Carrier transport 2.7. Semiconductor equations 2.8. pn-junction diode electrostatics 3. Solar Cell Fundamentals 3.1. Solar cell boundary conditions 3.2. Generation rate 3.3. Solution of the minority-carrier diffusion equation 3.4. Solar-cell I-V characteristic 3.5. Interpreting the solar cell I-V characteristic 3.6. Properties of efficient solar cells 4. Energy Collected and Delivered by PV modules 4.1. Real operation conditions 4.2. Off grid and On grid PV systems 4.3. Key System Components 4.4. Principles of System Design 4.5. Reliability and sizing of stand-alone PV systems 4.6. Energy yield of grid connected PV systems.

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

Os conteúdos programáticos da UC abrangem os principais tópicos teóricos e aplicações práticas que permitirão a concretização dos objetivos de aprendizagem, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica.
São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e as ferramentas práticas que permitirão aos alunos não só a compreensão dos casos casos práticos estudados como os capacitarão para o projeto e investigação de novas soluções que dêm resposta a solicitações e aplicações concretas.

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

The syllabus covers the main theoretical topics and practical applications that will enable the achievement of the learning outcomes, allowing students to review and deepen knowledge background, as well as acquire new knowledge useful to their training in physics engineering.
The syllabus provides the theoretical bases, the essential concepts and practical tools that will enable students to understand the studied cases as well as will enable students to design and research new solutions to new requests and specific applications.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A lecionação de Energia solar fotovoltaica utiliza a exposição oral e a resolução de exercícios durante as aulas (aulas teorico-práticas).
A aprendizagem é complementada com seminários para aprofundamento de temas relevantes nas matérias lecionadas, por convidados exteriores à UC, pela realização de um trabalho de índole experimental e por visitas de estudo.
A avaliação da UC é realizada através problemas realizados nas aulas, de um trabalho experimental e de um exame.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies of Photovoltaic thermal energy course use oral exposure and resolution of exercises during classes (teorethical-practical classes).
Learning is complemented with seminars for deepening of relevant topics in the subjects taught, given by guests outside the course, with an experimental work and field trips.

The evaluation of course is accomplished through problems solved during the classes, an experimental work and an exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam adquirir conhecimentos e capacidades em conformidade com os objetivos da unidade curricular, nomeadamente, a capacidade de aplicarem os conhecimentos adquiridos a novas situações. Assim, considera-se essencial que os alunos não só adquiram conhecimentos teóricos sólidos como tenham também contacto com as suas aplicações através da prática experimental.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies are intended to assure that students can acquire knowledge and skills in accordance with the objectives of the course, namely, the ability to apply the acquired knowledge to new circumstances. So, it is considered essential that, together with the acquisition of a solid theoretical knowledge, students have contact with applications throught the experimental practice.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY

• Solar Engineering of termal processes
• John Duffie, William Beckman
• 2013
• 4th edition

• Handbook of Photovoltaic Science and Engineering
• Antonio Luque; Steven Hegedus (editors)
• 2011
• 2nd edition
• John Wiley & Sons

• Planning and Installing Photovoltaic Systems: a guide for installers, architects and engineers
• German Solar Energy Society
• 2008
• 2nd edition
• Earthscan

Mapa X - Teoria de Campo

6.2.1.1. Unidade curricular:
Teoria de Campo

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Jorge Romão (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introduzir os métodos de cálculo em Teoria Quântica dos Campos. O aluno deve ser capaz de, para um dado processo (em ordem mais baixa), desenhar os diagramas de Feynman e calcular as respectivas secções eficazes de difusão. Deve também ser exposto a problemas relevantes na fronteira das aplicações em Física de Partículas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Introduce the tools for doing calculations in Quantum Field Theory. In the end, the student should know, for a given process in lowest order, how to draw the relevant Feynman diagrams and to evaluate the corresponding cross sections. The student should also be exposed tho problems at the frontier in that applications in Particle Physics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1.Mecânica Quântica Relativista Equações de Klein-Gordon e Dirac. Covariância da equação de Dirac. Simetrias discretas. Soluções para a partícula livre. Acoplamento electromagnético e limite não relativista. Soluções de energia negativa. 2.Propagadores e Funções de Green O propagador não relativista. O propagador relativista. Os elementos da

matriz S. 3.Regras de Feynman para QED Difusão de Coulomb para electrões. Teoremas sobre traços de matrizes de Dirac. A secção eficaz de Coulomb. Dispersão de Coulomb de positrões. Dispersão electrão-muão. Correcções de ordem superior. Fotões em linhas externas. O efeito de Compton. Regras de Feynman para QED.4.Teorema de Wick. 5.Exemplos simples em QED. Efeito de Compton. Aniquilação electrão-positrão. Bremsstrahlung. 6.Outros exemplos simples Largura do Z0 para fermiões. Aniquilação electrão-positrão no modelo padrão das interacções electrofracas. Declíneo do muão. 7. Correcções radiativas a um loop.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Relativistic Quantum Mechanics Equations of Klein Gordon and Dirac. Covariance of Dirac equation. Discrete simetries. Free particle solutions. Electromagnetic coupling and non relativistic limit. Negative energy solutions. Massless particles. 2. Propagators and Green's Functions The non-relativistic propagator. The relativistic propagator. S matrix elements. 3. Feynman Rules for QED Coulomb scattering of electrons. Theorems on traces of Dirac matrices. Coulomb cross section. Coulomb scattering of positrons. Electron-muon cross section. Higher order corrections. Photons in external lines. Compton scattering. Feynman rules for QED. 4. Wick's Theorem. 5. Simple examples in QED. Cross section for Compton scattering. Electron-positron annhilation. Bremsstrahlung. 6. Other simple examples. Z0 decay width into fermions. Electron-positron annhilation in the standard model. Muon decay. 7 Radiative corrections at one loop.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos da Teoria Quântica dos Campos, permitindo ao aluno adquirir uma sólida base de conhecimentos para uma especialização na área de Física de Partículas.

O aluno é também motivado a desenvolver actividades de pesquisa autónoma. Grande ênfase é dada no uso de software especializado e na comparação dos resultados com dados reais.

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

The program of Quantum Field theory covers the main topics and applications, giving a solid basis to the student and to his learning trajectory leading into a specialization in Particle Physics. It is also a goal that the student develops activities of autonomous study and research. A big emphasis is put in the use of specialized software and in the comparison of the results with real data.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A componente lectiva desta disciplina é ministrada em duas aulas teóricas semanais. É ainda disponibilizado um horário de dúvidas semanal. Nas aulas teóricas são também resolvidos muitos exercícios. São ainda dadas duas séries de problemas que os alunos devem entregar para avaliação. Uma componente importante das aulas é a introdução de software especializado, sendo realizadas várias aulas em que os alunos devem trazer os seu computadores para aprenderem a usar esse software. A avaliação tem três componentes, as séries de problemas (20%), um trabalho autónomo com a duração de uma semana (40%) e um exame final (40%). Na componente das séries e do trabalho individual são testadas as capacidades de utilização do software introduzido e é normalmente pedido a comparação com resultados na literatura.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching component of this course in given in two theoretical classes per week. There is also a one period, each weak where the student can get help in any question regarding the course. Are given to the students two series of problems that will count to the final evaluation. An important component of the classes is the introduction to specialized software. This is done in several classes where the students are asked to bring their own computers to really learn how to use the software. The evaluation has three components, the problem series (20%), an homework that should be done individually in one week (40%) and a final examination (40%). In the series and homework are tested the capacities to use the software that was explained in class and it is normally asked to compare some resuts with the literature.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objectivos da unidade curricular. Assim considera-se fundamental que os alunos realizem trabalho autónomo e desenvolvam a capacidade de calcular em Teoria Quântica dos Campos, usando o software que foi explicado.

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

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

with the help of the available software.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL
Introdução à Teoria do Campo
J. C. Romão
Ano: 2015
URL: http://porthos.ist.utl.pt/Public/textos/itc.pdf

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA
Quantum Field Theory
C. Itzykson e J.-B. Zuber
Ano: 1980
McGraw Hill, New York

Quantum Electrodynamics:
R. P. Feynman
Ano: 1973
Benjamin, New York

Relativistic Quantum Mechanics:
J. D. Bjorken e S. Drell
Ano: 1964
McGraw-Hill, New York

Mapa X - Mecânica e Ondas

6.2.1.1. Unidade curricular:
Mecânica e Ondas

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Pedro Miguel Félix Brogueira, 3T (42.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Fábio Alexandre Lopes Cruz, 1TP+1PL (28.00); Rogério Manuel Cabete de Jesus Jorge,1TP+1PL (28.00).

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta UC apresenta os conceitos e princípios básicos da mecânica clássica, dos fenómenos ondulatórios, e da relatividade restrita, reforçando a compreensão desses conceitos através de aplicações ao mundo real. Os alunos deverão ter a capacidade de manipular esses conceitos e saber aplica-los à resolução de problemas. Os estudantes serão motivados por exemplos de aplicação dos princípios da física noutras áreas do conhecimento científico e tecnológico. O ensino teórico-prático será complementado com a realização de trabalhos laboratoriais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The principles and basic concepts of classical mechanics, wave phenomena and special relativity are presented. The understanding of those concepts will be reinforced using real world applications. The students should be able to manipulate those concepts and apply them to solve problems. The students will be motivated with examples of the application of physical principles to other areas of science and technology. The course will include laboratorial work.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1.Descrição do movimento no espaço e no tempo. Cinemática. Movimento relativo. Dinâmica (Mecânica Newtoniana): Princípio de inércia; Acção e reacção. 2.Leis de conservação e simetrias do espaço-tempo. Conservação da energia, do momento linear e do momento angular. Energia cinética e energia potencial. 3.Interacção mecânica entre sistemas. Forças exteriores. Centro de massa. Trabalho duma força. Sistemas conservativos e dissipativos. Movimento de sistemas de partículas. 4.Movimento do corpo rígido: velocidade e aceleração angular; rotação do corpo rígido; Torque ou momento de uma força. Momento de inércia. 5.Estabilidade de sistemas. Oscilações harmónicas simples. 6.Ondas. Equação de onda. 7. Pressão hidrostática. 8.A Relatividade restrita de einstein. Velocidade da luz no vácuo. Transformação de Galileu e transformação de Lorentz. A dilatação do tempo e a contracção do espaço. $E=mc^2$.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Description of motion in space and time. Kinematics. Relative motion. Dynamics (Newtonian Mechanics): Principle of inertia; Concepts of mass and force; Action and reaction. 2. Conservation laws and space-time symmetries. Conservation of (mechanical) energy, linear momentum and angular momentum. Kinetic and potential energy. 3. Mechanical interaction between systems. External forces. Center of mass. Work of a force. Conservative and dissipative systems. Motion of systems of particles. 4. Rigid body motion. Angular velocity and aceleration. Rigid body rotation. Torque. Moment of inertia. 5. Stability of systems. Simple harmonic oscilations. 6. Waves. Wave equation. Longitudinal and transversal waves. 7. Hidrostatic pressure. 8. Special relativity. Speed of light in vacuum. Lorentz and Galileu transformations. Time dilation and space contraction. E=mc².

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos de Mecância e Ondas, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de actividades de pesquisa autónoma. Aos alunos são fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais , os exemplos de aplicação e as atividades experimentais que os preparam para as UCs que mais directamente lhe sucedem no curso nomeadamente Mecância Geral, Laboratório de Oscilações e Ondas e Mecânica Analítica.

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

The syllabus covers the key topics, both theoretical and applications, of Mechanics and Waves, allowing the student to review and deepen his background and acquire new knowledge, to support his training in Engineering Physics, enabling him to further learn through autonomous exploration activities.The knowledge acquired in Classical Mechanics, Special Relativity and Wave Mechanics provide the tools for General Mechanics, Oscilations and Waves Laboratory and Analytical Mechanics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

No ensino de MO recorre-se a aulas teóricas, aulas práticas, aulas laboratoriais e a trabalho autónomo. As aulas teóricas e práticas são usadas na apresentação e discussão da matéria lecionada que segue sempre de muito próximo a bibliografia principal. Nas aulas laboratoriais os alunos tem acesso à componente fundamental da Física: a experimentação. Através de problemas desafiadores e intelectualmente estimulantes esta UC permite fazer a transição do ensino secundário para o ensino universitário. Os alunos realizam 3 trabalho laboratoriais experimentais em grupos de 3 alunos por semestre.

A componente teórico-prática será avaliada por 3 testes e/ou exame final contando 75% para a nota final. A componente laboratorial será avaliada por relatórios entregues no fim de cada sessão, contando 25% para a nota final. Será exigida a nota mínima de 8.50 a cada componente para aprovação final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Students are exposed to theoretical lectures, problem solving and laboratory classes as well as autonomous work. Lectures and problem solving classes are used for exposing and discuss the concepts underlying Mechanic and Waves course and follow the main textbook. Laboratories provide students with the understanding of the importance of experiences in Physics. The use of challenging and intellectually stimulating problems in this UC, allows a successful transition from high school education to university education. Students perform three laboratory experiments, in groups of 3 students.

The student evaluation by 3 tests and/or final exam has a 75% weight on the final grade. The laboratory reports will be due at the end of each laboratory session, and will have a 25% weight on the final grade. To pass the course a minimum grade of 8.50/20 from both evaluation components (test and/or exam and laboratory) will be required.

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

São utilizados diferentes tipos de metodologias de aprendizagem nesta UC: aprendizagem por exemplo, discussão e resolução de problemas intelectualmente desafiadores, prática experimental em laboratório e finalmente testes e exames finais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações. A utilização de casos de estudo reais, muitos deles demonstrados experimentalmente nas aulas, permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, aplicados à realidade, identificando os problemas, fazendo uma análise crítica dos mesmos e propondo novas soluções. O exame final invidual estimula a compreensão dos conceitos ensinados, testando a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar, criticar e resolver problemas.

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

Considering the aim of the course, the students should be able to identify challenges, understand the problems and propose better solutions to Mechanics and Waves.
Different types of teaching methodologies will be explored from the teaching by example passing trhough challenging

problem solving to experimental laboratory practice and final test and exams. These methodologies will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.The use of real physics problems, several of them experimental demonstrated in class, allows students to understand the syllabus, applied to reality, resulting in a critical analysis of the problems identified and propose new solutions. The written final exam stimulates the understanding of the concepts taught, testing the student's ability to integrated, interprets, criticize and solve problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physics for Scientists and Engineers, Raymond A. Serway, John W. Jewett, 2004, ISBN: 0-53-440842-7; Introdução à Física, J.D. Deus et al, 2000, ISBN: 972-7730-35-3; Fundamentals of Physics, D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, 2004, ISBN: 0-471-23231-9; Physics for Scientists and Engineers, P.A. Tipler, 2003, ISBN: 0-71-674389-2; An Introduction to Mechanics : Daniel Kleppner and Robert J. Kolenkow 2014 Massachusetts Institute of Technology ISBN-13: 978-0521198110 Cambridge University Press; Problems and Solutions on Mechanics (Major American Universities PhD Qualifying Questions and Solutions),World Scientific, : Y. K. Lim . ISBN: 978-9810212988;

Mapa X - Estrutura Electrónica dos Sólidos

6.2.1.1. Unidade curricular:

Estrutura Electrónica dos Sólidos

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

José Martins (56.00)

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

n/a

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

O objectivo da estrutura electrónica dos sólidos é calcular as propriedades dos materiais partindo das equações da mecânica quântica. Nesta disciplina os alunos deverão ter a capacidade de manipular os conceitos subjacentes aos diversos métodos que podem ser usados. Será dada grande ênfase à capacidade dos alunos de usar esses métodos para calcular propriedades de materiais em casos simples.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The objective of electronic structure of solids is to calculate the properties of materials starting from the quantum mechanics equations. In this course the students should understand the concepts underlying the diverse methods that can be used. It is important that the students should be able to use those methods to calculate the properties of materials in simple cases.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Aproximação adiabática, Determinantes de Slater. Formalismo da "segunda quantificação". (Revisão)

2. Hartree-Fock. Funções correlacionadas. Métodos de Monte Carlo. Aplicação aos casos simples do átomo de hélio e molécula de hidrógenio.

3. O gás de electrões uniforme. Matriz de densidade e buraco de troca e correlação.

4. Teoria da funcional da densidade. Potenciais efectivos.

5. Métodos de estrutura de bandas. Ondas-planas, orbitais localizados e funções aumentadas. Aplicação ao silício e aos
metais de transição.

6. Breve introdução aos métodos computacionais de "muitos-corpos" em sólidos.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Adiabatic approximation. Slater determinants. Second quantification. (Revision)

2. Hartree-Fock. Correlated functions. Monte-Carlo methods. Application to the simple cases of helium atom and hydrogen molecule.

3. Uniform electron gas. Density matrix and exchange and correlation hole.

4. Density Functional Theory. Effective potentials.

5. Band structure methods. Plane waves, localized orbitals, and augmented functions. Aplication to silicon and transition metals.

6. Brief introduction to many-body computational methods for solids.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos dão uma visão global dos métodos usados para calcular as propriedades dos materiais em estrutura electrónica dos sólidos. São abordados os métodos principais e as bases dos métodos modernos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus gives an overview of the methods used to calculate the properties of materials in electronic structure of solids. The main methods and the foundations of modern methods are addressed.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exame final 40%, trabalho para casa quinzenal 30%, pequeno projecto 30%.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Final exam 40%, homework 30%, small project 30%.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Há uma ênfase, particularmente nas fichas, componente prática das aulas e trabalho final, na capacidade dos alunos de usarem os métodos descritos para calcularem propriedades dos materiais.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
There is an emphasis, particularly at series of problems, practical component classes and final work, in the students' ability to use the methods described for calculating properties of materials.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Electronic Structure, Richard M. Martin, 2004, ISBN 0-521-78285-6

Mapa X - Reacções Nucleares

6.2.1.1. Unidade curricular:
Reacções Nucleares

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Como opção a UC não funcionou no semestre considerado; Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Como opção a UC não funcionou no semestre considerado

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Responder à questão: Como é que o conhecimento do núcleo e as medidas experimentais de reacções nucleares servem para estudar as interacções fundamentais, bem como a origem, a composição em matéria visível e o destino do universo?
Tornar evidente a importância da tecnologia (ambiental, industrial e da saúde) recorrer a dados sobre reacções nucleares.
Fornecer a competência de consultar e utilizar a literatura sobre o tema. Introduzir tópicos de investigação e desenvolvimento actual.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To give the tools to answer the question: How does the knowledge on the nucleus and nuclear reaction experimental

measurements probe the fundamental interactions, and inform us also about the origin, the composition in visible matter, and the destiny of the universe?
To convey the importance of the (environment, industry and health care related) technological use of data on nuclear reactions.
To enable the skill of searching and using the litterature on the subject. To introduce topics of current research and development.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Estrutura e sub-estrutura nuclear. Quarks, gluões e nucleões. Força nuclear efectiva e troca de piões.
Cinemática e leis de Conservação nas reacções nucleares.
Reacções de núcleo composto e directas. Excitação de Coulomb por iões pesados.
Absorção resonante de neutrões e detecção de neutrões.
Dispersão de electrões por núcleos. Matriz T. Secção eficaz.
Simetrias e amplitudes de dispersão. Estatísticas dos projécteis e alvos e simetrias.
Modelo do potencial óptico. Aproximação clássica ou de Glauber.
Correlações de Pauli e movimento de Fermi.
Matéria nuclear a altas densidades. Reacções com iões pesados.
Reacções com piões. Constrangimentos da simetria quiral.
Nucleosíntese primordial e nucleosíntese estelar. Cadeia pp e ciclo CNO. Formação do 12C.

6.2.1.5. Syllabus:
-Nuclear and sub-nuclear structure. Quarks, gluons and nucleons.
-Saturation and behavior at large distances of the nuclear effective force (pion exchange).
-Kinematics aspects of the nuclear reactions. Laws of conservation and examples of conservation violations.
-Composite nucleus and direct reactions. Coulomb excitation by heavy ions.
-Electron scattering off nuclei. T matrix. Cross-section.
-Symmetries and scattering amplitudes. The statistics of the projectiles and/targets and the symmetries in the angular distributions.
-Optical potential model. Classical or Glauber approximation. The diffraction term in the cross-section.
Pauli correlations and Fermi motion.
-Nuclear matter at high densities. Heavy ion reactions.
-Reactions with pions. Mandelstam variables. Pseudo-vector piNN coupling and constraints from chiral symmetry.
-Nuclear Astrophysics. Primordial and stellar nucleosynthesis. The pp chain and the CNO cycle. Formation of 12C.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os pontos dos conteúdos programáticos cobrem os vários assuntos principais que dão os alunos os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento dos objetivos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus includes the main subjects that give the students the competences and the knowledge required in the objectives.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Apresentação da Resolução de Exercícios (50%)
Síntese c/ apresentação oral e escrita de um tema de um dos capítulos do programa (50%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Written solution of problems 50%
Oral and written presentation of a synthesis on one theme concerning any of the chapters of the program 50%

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

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of theoretical an problem classes, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of

students with different backgrounds and formations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Nuclear Physics Principles and Applications, John Lilley, 2001, John Wiley & Sons

Mapa X - Técnicas de Micro e Nanofabricação

6.2.1.1. Unidade curricular:
Técnicas de Micro e Nanofabricação

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas (112.00)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:
Diana Cristina Pinto Leitão (42.00)

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introdução às tecnologias de micro e nanofabricação utilizadas no fabrico de memórias magnéticas MRAMs, circuitos integrados, biosensores, cabeças de gravação e microsistemas. Os tópicos abordados nas aulas são complementados com a realização de trabalhos na Sala Limpa do INESC MN (classe ISO 4/5).

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

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

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

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

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem

as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Nas primeiras semanas os alunos terão 3 sessões experimentais de treino sobre técnicas de sala limpa (presença obrigatória) (10%)
2 testes (20%+20%)
Realização de uma "Folha de Processo" para fabricar e testar um microdispositivo na Sala Limpa do INESC MN. (40%)
Discussão Oral – (10%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
3 introductory clean room sessions will be provided to the students (attendance is required) (10%).
2 tests (20%+20%)
Process a Run sheet for fabrication and testing a device at INESC MN clean room (40%)
Oral discussion – (10%)

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

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Principal
• Título :Nanoelectronics and Information Technology
• Autor(es):Rainer Waser (Ed)
• Ano:2003
• Referência:Wiley-VCH

Secundária
• Título : VLSI technology
• Autor(es): S.M.Sze
• Ano:1994
• Referência: McGraw Hill International Editions
Secundária
• Título : Handbook of thin film deposition processes and techniques Principles, Methods, Equipment and Applications
• Autor(es): Krishna Seshan (Ed)
• Ano:2002
• Referência: Noyes Publications / William Andrew Publishing, ISBN: 0-8155-1442-5

Mapa X - Tópicos em Relatividade Geral e Cosmologia

6.2.1.1. Unidade curricular:
Tópicos em Relatividade Geral e Cosmologia

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
José Lemos (56.00)

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

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Estudo de sistemas e fenómenos gravitacionais,
como ondas gravitacionais, buracos negros e cosmologia,
e métodos matemáticos aplicados ao espaço-tempo,
como spinores.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Study of systems and gravitational phenomena,
such as gravitational waves, black holes and cosmology,
and mathematical methods applied to the spacetime, such as spinors.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Ondas Gravitacionais, tópicos avançados
2. Estrutura Causal, tópicos avançados
3. Spinores, tópicos avançados
4. Buracos Negros, tópicos avançados
5. Cosmologia, tópicos avançados

6.2.1.5. Syllabus:
1. Gravitational waves, advanced topics
2. Causal structure, advanced topics
3. Spinors, advanced topics
4. Black holes, advanced topics
5. Cosmology, advanced topics

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, os conteúdos programáticos cobrem os assuntos para aquisição dos conhecimentos e competências necessários ao cumprimento dos referidos objetivos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, the syllabus covers the subjects needed to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Três folhas de exercícios durante o semestre (peso 30%) e um exame final (peso 70%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Three exercise sheets along the semester (weight 30\%)
and a final exam (weight 70\%)

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e problemas.

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

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Gravitation, C. Misner, K. Thorne, J. Wheeler, 1973, W. H. Freeman ; Advanced General Relativity , John Stewart, 1993, Cambridge University Press; General Relativity , R. Wald, 1984, University Of Chicago Press

Mapa X - Física dos Meios Contínuos

6.2.1.1. Unidade curricular:
Física dos Meios Contínuos

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Luís Paulo da Mota Capitão Lemos Alves 3h-T; 1.5h-P

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

n/a

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

Compreender o conceito de meio contínuo e identificar estes meios.
Adquirir conhecimentos sobre o comportamento físico de meios sólidos elásticos e fluidos, numa aproximação de descrição contínua.
Desenvolver competências que permitam calcular deformações elásticas num sólido sob tensão, obter a distribuição estática de pressões em superfícies, e aplicar leis de conservação a um sistema contínuo.
Aplicar as competências anteriores à resolução de problemas de Engenharia.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To understand the concept of continuous medium and to identify these media.
To acquire know-how on the physical behaviour of elastic solids and fluids, in a continuum description approximation.
To develop competences allowing to calculate elastic deformations in a solid under stress, to obtain the static distribution of pressure on surfaces, and to apply the conservation laws to a continuum system.
To apply the previous competences for solving Engineering problems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Introdução
Mecânica dos Sólidos. Abordagem fenomenológica: tensões e deformações; coeficientes elásticos. Teoria Matemática da Elasticidade: o tensor das tensões e das deformações de Cauchy; Lei de Hook; equações de Navier-Cauchy
Mecânica dos Fluidos. Propriedades: viscosidade, tensão superficial
Hidrostática
Distribuições de pressão em superfícies; manometria; impulsão e estabilidade
Hidrodinâmica
Integral: Teorema de Transporte de Reynolds; equações de conservação (massa, momento linear, momento angular, energia); eq de Bernoulli
Diferencial: eq de conservação da massa e do momento linear; escoamentos estacionários e incompressíveis; fluidos não viscosos e Newtonianos; tensor das deformações de Cauchy; eqs de Euler e de Navier-Stokes; vorticidade e rotacionalidade
Dimensional: Teorema Pi; coeficientes adimensionais; semelhança geométrica e dinâmica; escoamentos laminares e turbulentos; noção de camada limite

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction
Solid Mechanics. Phenomenological approach: stresses and deformations; elastic coefficients. Mathematical Theory of Elasticity: Cauchy's stress-deformation tensor; Hook's law; the Navier-Cauchy equations
Fluid Mechanics. Properties of fluids: viscosity; surface tension
Hydrostatics: Distribution of pressure in several surfaces; manometers; buoyancy and stability
Hydrodynamics.
Integral: Reynolds transport theorem; conservation equations for mass, linear momentum, angular momentum and energy; Bernoulli's equation
Differential: conservation equations for mass and linear momentum; stationary flow and incompressible flow; non-viscous fluids and Newtonian fluids; Cauchy's deformation tensor; Euler's and Navier-Stokes' equations; Vorticity and rotationality
Dimensional: the Pi Theorem; dimensionless coefficients; geometric similarity and dynamic similarity; laminar flow and turbulent flow; notion of boundary layer

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

Física dos Meios Contínuos estuda a fenomenologia básica da Física de meios sólidos elásticos e fluidos (líquidos e gases) numa aproximação de descrição contínua.
Apresentam-se os princípios básicos da Teoria da Elasticidade, introduzindo o formalismo que permite descrever fenómenos de deformação elástica em sólidos. É dado especial relevo à Mecânica dos Fluidos, no âmbito da qual os alunos aprendem técnicas para resolver situações práticas com interesse em engenharia: cálculo de variações de pressão (manometria); estudo da distribuição de pressões em superfícies (barragens); análise da estabilidade de corpos flutuantes (navios); descrição de escoamentos viscosos laminares (hidrodinâmica, aerodinâmica); análise dimensional (projeto de protótipos a partir de modelos).

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

Physics of Continuous Media presents the basic Physics phenomenology of elastic solids and fluids (liquids and gases) in a continuum description approximation.
The course presents the basic principles of Theory of Elasticity, introducing the formalism describing elastic

deformation phenomena in solids. The course is especially dedicated to Fluid Mechanics, providing the students with various techniques to solve practical situations of interest in engineering: the calculation of pressure variations (manometry); the study of the pressure distribution on surfaces (dams); the analysis of the stability of floating bodies (ships); the description of viscous laminar flows (hydrodynamics, aerodynamics); the dimensional analysis (project of prototypes from models).

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da UC adopta uma metodologia fortemente baseada na apresentação e resolução de problemas com interesse potencial na abordagem de situações reais. Estimulam-se as aplicações numéricas e o uso de tabelas técnicas.
Alguns problemas são introduzidos nas aulas teóricas, após a apresentação de cada tópico, a fim de ilustrar a sua abordagem prática. Outros problemas são propostos nas aulas de problemas, através de um vasto conjunto de enunciados distribuídos antecipadamente aos alunos, alguns dos quais são discutidos e resolvidos na aula.
A avaliação realiza-se por Exame Final escrito, composto por 4 problemas relacionados com os conteúdos da UC, alguns estendendo a aplicação dos conhecimentos à resolução de situações inovadoras.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies are strongly based on the presentation and resolution of problems with potential interest for approaching real live situations. The students are stimulated to finalize numerical calculations and to use technical tables.
Some problems are introduced in the theoretical-lessons, after presenting each topic, to illustrate its practical analysis. Others are proposed for the problem-lessons, using a large collection of problems previously diffused among the students, some of which are discussed and solved in the class room.
The assessment is by written Final Exam, composed of 4 problems related with the topics of the UC, some extending the use of the know-how acquired to approach new situations.

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

A metodologia de ensino, fortemente baseada na resolução de problemas, permite alcançar os objectivos definidos para a UC. Em particular: (i) facilita a compreensão e a consolidação de conhecimentos sobre o comportamento de meios contínuos; (ii) operacionaliza o uso de técnicas que permitem abordar situações práticas relacionadas com o conteúdo da UC; (iii) estimula a aplicação das competências adquiridas à resolução de problemas de Engenharia, alguns envolvendo a análise situações inovadoras.

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

The teaching methodology, strongly based on problem solving, allows achieving the objectives defined for the UC. In particular: (i) it facilitates understanding and consolidating the know-how on the behaviour of continuous media; (ii) it operationalizes the use of techniques allowing to approach practical situation related with the topics of the UC; (iii) it stimulates applying the acquired competences to the solution of Engineering problems, some demanding the analysis of innovative situations.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

PRINCIPAL
• Fluid Mechanics
• F.M. White
• 2011
• ISBN 978-007-131121-2, 7th edition (McGraw-Hill)

• Elementos da Teoria da Elasticidade
• E.R. Arantes e Oliveira
• 1999
• ISBN 972-8469-07-1, IST Press

SECUNDÁRIA
• Mecánica de Fluidos
• V.L. Streeter, E.B. Wylie, K.W. Bedford
• 2000
• ISBN 978-958-600-987-4, 9th edition (McGraw-Hill)

• Fluid Mechanics and Hydraulics
• R.V. Giles, J.B. Evett, C. Liu
• 1994
• ISBN 978-0-07-11164-0, Schaum's Outline Series (McGraw-Hill)

• Continuum Mechanics

• G. Mase
• 1970
• ISBN 07-040663-4, Schaum's Outline Series (McGraw-Hill)

• Physics of Continuous Matter Exotic and Everyday Phenomena in the Macroscopic World
• B. Lautrup
• 2011
• ISBN 978-1-4200-7700-1, 2nd edition (CRC press)

6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem

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

Diferentes tipologias de aulas (teóricas, práticas de resolução de problemas, seminários, laboratórios, sessões de demonstração, sessões de discussão e exploração, trabalho de investigaçao individual, etc) são adaptadas por cada docente especialista na área científica da UC, com vista à otimização da eficácia do ensino oferecido.
Em várias UC's, ao longo de todos os anos, a começar logo no primeiro, o sistema de avaliação inclui a realização de trabalhos experimentais e tarefas de projeto, de modo a que a aquisição de competências se faça em ambiente experimental e com recurso a trabalho autónomo.

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

Different types of classes (theoretical, problem solving, seminars, laboratories, demonstration sessions, discussion and exploration. Individual work, etc) are adapted by each professor who is an expert in the scientific area to which the CU belongs to, in order that teaching methodologies are effective and achieve a high impact.
In curricular units at all levels, starting at the first year of the cycle of studies, the students' work assessment includes experimental and project tasks, encouraging autonomous work.

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

Recorre-se, em primeiro lugar em cada semestre e para todas as UCs, ao mecanismo dos inquéritos QUC aos alunos, do subsistema de garantia de qualidade das unidades curriculares QUC (ver 2.2.1).
É solicitada aos alunos uma estimativa de horas de trabalho autónomo e da % de aulas assistidas por semana, da distribuição de trabalho autónomo pelas várias UC e de estudo para exame.
Com base nestes elementos, é calculada a carga média de trabalho de uma UC, a qual é comparada com a carga de trabalho prevista (ECTS). O resultado da comparação é classificado em 3 categorias: Abaixo; Acima; De acordo com o previsto. Os resultados são disponibilizados aos responsáveis pela gestão académica para análise e adequações.
Reuniões onde se revêem e discutem métodos de trabalho ocorrem todos os semestres entre a coordenação, os estudantes e os professores. Além dos inquéritos QUC, os delegados dos estudantes submetem um relatório à coordenação sobre as UC's executadas.

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

The QUC's inquiries and surveys (see point 2.2.1) for all CU's is the main mechanism to check the real load of each CU and its coherence with the estimated work load.
Students are requested to give an estimate of the workload and the % of classes attended per week, the distribution of the autonomous work through the different CU's and study days for the exams.
The average workload of a CU is calculated on the basis of these elements, and compared with the workload expected (ECTS). The results are given according the categories: Below; Above Estimates; In Line with Estimates. The results are made available to the academic management for analysis and adaptations.
Meetings to review work methods, happen every semester between the Coordinators of the CE (cycle of studies), students delegates and professors. Apart from the QUC's surveys, the delegates submit a report on every CU to the Coordination, which is the third mechanism of verification of the expected and real work load.

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

A definição dos métodos de avaliação é discutida e revista cada semestre pela Coordenação, em conjunto com os delegados de estudantes e os professores. Além dos relatórios QUC, os delegados dos alunos submetem um relatório sobre cada UC à Coordenação.
Os inquéritos QUC prevêem a avaliação do processo de ensino e aprendizagem em 5 dimensões: Carga de Trabalho, Organização, Avaliação, Competências e Corpo Docente, que refletem a relação entre a aprendizagem dos estudantes e os objetivos de aprendizagem previstos pela unidade curricular.
Com base nas respostas, estas dimensões são classificadas em "Inadequado", "A melhorar" ou "Regular", sendo que nos 2 primeiros casos existem mecanismos de recolha de dados detalhados sobre as causas destes resultados. Em casos graves (várias resultados inadequados ou a melhorar), está previsto um processo de auditoria, do qual resulta uma síntese das causas apuradas para o problema, conclusões e recomendações para o futuro.

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

The definition of the evaluation methods is discussed and revised every semester by the Coordination, together with the students delegates and the professors. Apart from the QUC's surveys, the student delegates submit a report on every CU to the Coordination.
The QUC system comprises 5 categories: Workload, Organization, Evaluation, Skills and Teaching Staff which reflect upon the relationship between students and the purposes of learning expected by the course unit.
Based on the students' answers these categories are ranked according their functioning as "Inadequate", "To Be Improved" or "Regular", in which the 2 former categories are provided with more detailed information collection mechanisms on the causes of these results. In acute cases (different inadequate results or results to be improved) an auditing process is foreseen, which will give rise to a summary of the causes found for the problem, and a set of conclusions and recommendations for the future.

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

Além das UC Projeto MEFT e Dissertação terem por objetivo o desenvolvimento de um trabalho de investigação, existem atividades de "hands-on" e "brains-on" de verão, em estágios curtos nas Unidades de Investigação, escolas temáticas e seminários, organizados pelas Unidades de Investigação. A interpretação e discussão de artigos científicos é parte da avaliação de algumas UC's dos 4º e 5º anos, principalmente. Por fim, os alunos realizam experiências "em aberto" em ambiente de quotidiano na UC de Mecânica e Ondas, ou de Laboratório de investigação científica na UC Laboratório de Investigação e Desenvolvimento.

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

The CU's MEFT Project and Dissertation have the objective of developing research and innovative work. In addition, there are summer "hand-on" and "brains-on" activities, and internships at the Research Units and Centers, and specialized workshops and seminars organized by those Units. The interpretation and discussion of scientific papers is also part of the evaluation of some CU's mainly of the second cycle of studies. Also, the students plan and carry out "open" experiments in daily life environment in the UC Mechanics and Waves, our in the Research Laboratories, in the CU LID ("Laboratório de Investigação e Desenvolvimento").

7. Resultados

7.1. Resultados Académicos

7.1.1. Eficiência formativa.

7.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º diplomados / No. of graduates	24	34	45
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	12	16	23
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	8	10	15
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	2	5	3
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	2	3	4

Perguntas 7.1.2. a 7.1.3.

7.1.2. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respetivas unidades curriculares.

Ainda no âmbito do QUC, está prevista a apresentação, não só à coordenação do CE, como também aos presidentes de departamento e aos responsáveis pelas várias UCs, dos resultados da componente de avaliação da UC que engloba o sucesso escolar. Paralelamente, a coordenação do CE tem ao seu dispor no sistema de informação um conjunto de ferramentas analíticas que permitem analisar e acompanhar o sucesso escolar nas várias UC, ao longo do ano letivo. Nas UCs de opção dos 4º e 5º anos, este instrumento tem-se revelado ineficiente, devido à dispersão de alunos pelas

diversas opções de UCs e a um número reduzido de respostas, o que tem originado falta de representatividade. Está prevista para breve uma reflexão sobre esta temática, com o objetivo de criar um instrumento de avaliação alternativo. O sucesso escolar médio não depende da área científica da UC, mas as classificações são mais elevadas nos dois últimos anos, em geral.

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

Under the QUC, the results of academic achievement for each course unit are reported on a half-yearly basis to the program coordinator, to the presidents of department and to the responsibles for the course units. Through a number of analytical tools embedded in the information system, the program coordinator may analyze and follow up the academic achievement in the different course units along the academic year.
For the optional CU´s of the 4th and 5th years, this tool has appeared inefficient due to the dispersion of course units and the low response rate. An analysis with the purpose of creating an alternative assessment tool is expected soon. The average academic success does not depend on the scientific area of the CU, but the grades obtained are frequently higher for the 4th and 5th years than for the first three.

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

De acordo com o ponto 6.3.3, o QUC prevê a realização de auditorias a UCs que apresentem resultados inadequados ou a melhorar em várias dimensões de análise, das quais decorrem recomendações para melhoria dos processos associados, que devem ser seguidas pelos departamentos responsáveis, pelo coordenador de curso e pelo Conselho Pedagógico. Paralelamente, anualmente é produzido o relatório de autoavaliação (R3A), que engloba um conjunto de indicadores sobre o sucesso escolar do curso, entre outros; é pedido aos coordenadores de curso uma análise do R3A, bem como a apresentação de propostas de atuação futura. Periodicamente, são também desenvolvidos alguns estudos sobre o abandono e sucesso escolar que permitem analisar esta dimensão.

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

According to section 6.3.3 the QUC provides for course unit audits which reflect inadequate results or results to be improved in several dimensions of analysis that result from recommendations for improvement of related processes. These recommendations must be followed by the departments-in-charge, by the program coordinator and by the Pedagogical Council. Concurrently, the self-assessment report (R3A) is produced on an annual basis, which comprises a number of indicators about academic achievement, among others; the program coordinators are asked to analyze the R3A, as well as to provide proposals for future action. Some studies about dropouts and academic achievement are periodically produced, which make it possible to analyze this dimension.

7.1.4. Empregabilidade.

7.1.4. Empregabilidade / Employability

	%
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em sectores de atividade relacionados com a área do ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment in areas of activity related with the study programme's area.	59
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de atividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	44.4
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	93.3

7.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

Pergunta 7.2.1. a 7.2.6.

7.2.1. Indicação do(s) Centro(s) de Investigação devidamente reconhecido(s), na área científica predominante do ciclo de estudos e respetiva classificação (quando aplicável).

CENTRA ("Multidisciplinary Centre for Astrophysics") - Área Científica de Astrofísica e Gravitação - Muito Bom.
CFTP (Centro de Física Teórica de Partículas) - Área Científica de Física de Partículas e Física Nuclear - Muito Bom.
IPFN (Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear) - Área Científica de Física dos Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear - Excelente.
C2TN (Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares) - Área Científica de Física de Partículas e Física Nuclear - Muito Bom.
CeFEMA (Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados) - Área Científica de Física da Matéria Condensada e

Nanotecnologias - Muito Bom.
LIP (Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas) - Área Científica de Física de Partículas e Física Nuclear - Muito Bom.
INESC-MN (INESC-Microsistemas e Nanotecnologias) - Área Científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias - Muito Bom (avaliação global do INESC).

7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark (if applicable).
CENTRA (Multidisciplinary Centre for Astrophysics) - Scientific area of Astrophysics and Gravitation - Very Good.
CFTP (Centre for Theoretical Particle Physics) - Scientific area of Particle Physics and Nuclear Physics - Very Good.
IPFN ("Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear") - Scientific area Physics of Plasmas, Lasers and Nuclear Fusion - Excellent.
C2TN (Research Center in Nuclear Sciences and Technologies) - Scientific area of Particle Physics and Nuclear Physics - Very Good.
CeFEMA (Center of Physics and Engineering of Advanced Materials) - Scientific area of Condensed Matter Physics and Nanotechnology - Very Good.
LIP ("Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas") - Scientific area of Particle Physics and Nuclear Physics - Very Good.
INESC-MN ("INESC-Microsistemas e Nanotecnologias") - Scientific area of Condensed Matter Physics and Nanotechnology - Very Good (INESC joint mark).

7.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, relevantes para o ciclo de estudos.
http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/34354bf5-12a7-a5c1-8ab7-562774009ac0
7.2.3. Mapa-resumo de outras publicações relevantes, designadamente de natureza pedagógica:
http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/34354bf5-12a7-a5c1-8ab7-562774009ac0
7.2.4. Impacto real das atividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.
O impacto económico resulta de financiamentos de projetos internacionais, por ex., Redes Europeias,Fundo CERN,ERC grants (3 ao momento).INESC-MN e CeFEMA colaboram com empresas de Optoeletrónica e desenvolvimento de LEDS; certificados de patentes têm sido obtidos.
Empresas de inovação foram criadas por ex-alunos, mesmo durante a formação, o que é encorajado pelos docentes. Livros, exposições e materiais audiovisuais inovadores são produzidos, às vezes através de protocolos com empresas. A qualidade da investigação permite organizar Conferências e Escolas Internacionais, que trazem ao país muitos cientistas reputados e jovens. O ambiente de Investigação é cosmopolita e multicultural, com post-docs de vários países, alunos internacionais inscritos nos programas doutorais das várias áreas científicas, e a constante presença de colaboradores e convidados externos. A atração de jovens que se fixam em Portugal por largos períodos é valor económico e cultural acrescentado da investigação.

7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.
Impact comes from financed international projects, as European Networks,CERN Funds,ERC grants (3 at the moment). INESC-MN & CeFEMA collaborate with companies of optoelectronics and development of LEDS. Patent certificates have been obtained.
Ex-students created business companies, even during their training period.This is encouraged by staff members. Books, exhibitions & innovative Audiovisual Media products are sometimes developed under protocols with companies.
The quality of research enables the organization of Conferences and International Schools,that bring to the country both reputed and young scientists. The lively research brings a cosmopolitan multicultural spirit, marked by the presence of post-docs of different countries, international students enrolled in the Ph.D programs, and by the constant external collaborators and guests. The attraction of young scientists staying in Portugal for large periods brings additional economical value to the scientific activities.

7.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.
As unidades de Investigação onde estão afiliados os membros do Departamento de Física apresentam um elevado grau de internacionalização. Os membros do Departamento de Física participam em projetos europeus e mundiais de grande escala, como JET, ITER, HIPER;ELI, e em grandes estruturas experimentais internacionais – Observatório de Auger, CERN (colaboração ATLAS, CMS, COMPASS), JLAB e organizações como ESA e ESO, e em Redes Europeias. O IPFN é responsável pelo Programa do contrato da Associação entre o IST e a EURATOM.

Docentes do MEFT participam em actividades da Sociedade Portuguesa de Física e da European Physical Society, em trabalho editorial, por exemplo, e na organização das Olimpíadas de Física.

7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.
The research units where staff of the Department of Physics are affiliated, have a high level of internationalization. The staff in the several scientific areas participate in international large-scale research projects as JET, ITER, HIPER, ELI,

and major international facilities --- Auger Observatory, CERN (ATLAS, CMS, COMPASS collaborations), JLAB, and organizations as ESA and ESO, together with participation in several European Networks. IPFN is responsible for the Work Program of the Contract of Association between IST and the EURATOM.

Members of the Physics Department participate in activities of the Portuguese Physical Society and of the European Physical Society, e.g. connected to editorial work and Organization of Physics Olympiads.

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

Anualmente, é analisada a produção científica referenciada na WoS – Web of Science. Estudos mais profundos são efetuados quinquenalmente para coincidirem com a avaliação da FCT. A informação é organizada segundo a área cientifica de cada Unidade de Investigação (UI), e disponibilizados dados bibliométricos e financeiros das UI, comparando-os com as congéneres nacionais e posicionando-as face a alguns indicadores que permitem perceber o posicionamento internacional relativo nas áreas de publicação. Como resultado do esforço continuado efetuado pelos órgãos da escola desde 2011, nomeadamente após a criação do sistema interno de diagnóstico/planeamento estratégico das UI, a reflexão já conduziu a fusões e extinções de UI (de mais de 30 para 22 unidades próprias e associadas), dando ênfase particular ao aumento da capacidade crítica instalada e da competitividade científica e financeira nas unidades fundidas.

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

Every year, an analysis of the scientific output identified in the WoS–Web of Science is carried out. More in depth studies, focused on five year slots, are also conducted to match FCT evaluation cycle. Information is organized according to the scientific area of each Research Unit (RU), and it is provided bibliometric and financial data, comparing them to their national counterparts and positioning them in view of some indicators that allow for understanding the relative international positioning in the publication areas. As a result of the continued effort carried out by IST institutional bodies since 2011, namely through the creation of the internal strategic diagnosis/planning of the RU, the ongoing reflection has already led to unit mergers and closures (from more than 30 RU to 22) focusing particularly on the increase in the installed critical capacity and the scientific and financial competitiveness of merged units.

7.3. Outros Resultados

Perguntas 7.3.1 a 7.3.3

7.3.1. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada na(s) área(s) científica(s) fundamental(ais) do ciclo de estudos.

Exemplos de atividades tecnológicas desenvolvidas pelo Dep de Física:
Programa de Fusão da European Atomic Energy Community (EURATOM): modelos, design, operação e exploração científica de instalações experimentais
GRID: Infraestruturas de Computação e Digitais
Colaboração AMS (apoio ESA e ISS): detetor de radiação RICH
Upgrade do Observatório Pierre Auger (Argentina): reforço da capacidade do detetor de muões
Superfícies e materiais funcionais nanoestruturados
Processamento laser de filmes finos e multicamadas
Tecnologia Nuclear para caracterização de materiais
Outras atividades:
-Consultoria para produtos de e-learning para a PT
-Cursos de Formação de Professores e Master Classes
-Programa de Doutoramente APPLAuSE
-Rede Internacional de Doutoramente em Física de Partículas, Astrofísica e Cosmologia (IDPASC)
-Colaboração com Editoras nacionais, como a GRADIVA, e com a revista da SPF Gazeta de Física
-Produção de livros de texto e problemas (Porto Editora, Escolar Editora, IST Press)

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

Fusion Program of the European Atomic Energy Community (EURATOM): models, design, operation and scientific exploitation of experimental facilities
GRID: Distributed Computing and Digital Infrastructures
AMS Collaboration (support by ESA and ISS): radiation detector RICH
Upgrade of Pierre Auger Observatory (Argentina): reinforcement of muon detector capacity
Functional Nanostructured surfaces and materials
Laser processing of thin films and multilayers
Nuclear Technology for Material characterization
Other activities include:

-Consulting for e-learning products to PT
-Training courses for Secondary School teachers and Master Classes
-PhD Program APPLAuSE, Advanced Program in Plasma Science and Engineering
-International Doctorate Network in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology (IDPASC)
-Collaboration with National Publishers, namely GRADIVA, and the journal of the SPF Gazeta de Física
-Production of lecture and Problems Books (Porto Editora, Escolar Editora, IST Press)

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

O IST desenvolve atividades de ligação à Sociedade, visa o desenvolvimento económico e social, e estimula a capacidade empreendedora de alunos e docentes. Os alunos do MEFT participam em atividades extracurriculares com o apoio da associação de estudantes e o IST, principalmente em dois núcleos: o NFIST (Núcleo de Física do IST) e o Núcleo de Astrofísica. Editam o jornal "O Pulsar", ao longo de anos, e mantêm o programa de outreach "Circo da Física" para demonstrações "hands-on" de física, que vai às Escolas Secundárias e a eventos públicos, em todo o país. Há infraestruturas para as práticas desportivas. O cinema, o teatro, a música, a pintura, o jornalismo, a fotografia e a rádio têm assumido importância crescente. O CE organiza com o NFIST um concurso anual de Posters sobre o Prémio Nobel de Física. Os alunos participam no programa de Voluntariado "Super-Babysitters", para acompanhamento e estímulo de crianças de famílias carenciadas, e ainda em competições internacionais.

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

IST develops activities of connection to the society, contributing to the economic and social development of the country, and stimulates the entrepreneurial capacity of students and faculty. MEFT students participate in a wide range of extracurricular activities sponsored by student's organizations and IST, mainly in two: NFIST and "Núcleo de Astrofísica". They have edited for already many years a journal "O Pulsar" and they also maintain an outreach program "Physics Circus" for hands-on physics demonstrations at schools and many public events around the country.There are infrastructures enabling sport activities.Cinema, theatre, music, painting, journalism, photography and radio have assumed increasing importance.The CE together with the NFIST organize an yearly poster contest on the Physics Nobel Prize. The students belong to the voluntary group "Superbabysitters" to support children of families with economical difficulties. MEFT teams are involved in international competitions.

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

A Coordenação do MEFT, a Direção do DF e os Centros de Investigação desenvolvem permanentemente (com o apoio do GCRP, NME, NAPE e DSI), várias atividades de divulgação do MEFT, dirigidas a
-potenciais alunos, incluindo estrangeiros
-empregadores
-público
Exemplos:
1.Jornadas"MEFT:A Desafiar os Limites da Ciência e Tecnologia"
http://meft-desafiarlimites.weebly.com/
2."Semana da Física",org.NFIST
3.Realização de vídeos
https://www.youtube.com/watch?v=g3540c3I2Mk
https://www.youtube.com/watch?v=0eoa0f5nVA0&list=UUGcJfnSV5rygbni5-t2GdRg&index=15
https://www.youtube.com/user/projetoMEFT/playlists
4.Webpages MEFT,DF,Áreas Científicas
http://fisica.ist.utl.pt
5.Entrevistas media
https://www.youtube.com/watch?v=Um8ZAe6-6oM&index=17&list=UUGcJfnSV5rygbni5-t2GdRg
https://www.youtube.com/watch?v=c7hG7GeGdto
https://www.youtube.com/watch?v=rtDkK4Z5Wfk
6.Contactos c/ Esc Secundárias
-visitas ao DF e ao LabDemo
-palestras dadas por professores do DF
7.Participação/org Estágios e Escolas de Verão

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

The Coordination of MEFT, the board of the Physics department and the research centers continuously develop (with the support of GCRP, NME, NAPE & DSI), multiple MEFT outreach activities directed to
-prospective students, including foreign
-employers
-general public

Examples:
1.Journeys"MEFT:A Challenging the Limits of Science and Technology"
http://meft-desafiarlimites.weebly.com/
2."Semana da Física",org.NFIST
3.Videos
https://www.youtube.com/watch?v=g3540c3I2Mk
https://www.youtube.com/watch?v=0eoa0f5nVA0&list=UUGcJfnSV5rygbni5-t2GdRg&index=15
https://www.youtube.com/user/projetoMEFT/playlists
4.Webpages MEFT,DF & Scientific Areas
http://fisica.ist.utl.pt
5.In the media
https://www.youtube.com/watch?v=Um8ZAe6-6oM&index=17&list=UUGcJfnSV5rygbni5-t2GdRg
https://www.youtube.com/watch?v=c7hG7GeGdto
https://www.youtube.com/watch?v=rtDkK4Z5Wfk
6.Secondary Schools
-guided tours to the DF and LabDemo
-talks given by professors of the DF
7.Participation/org. of Internships and Summer Schools

7.3.4. Nível de internacionalização

7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

	%
Percentagem de alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Percentage of foreign students enrolled in the study programme	3
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in)	1
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Percentage of students in international mobility programs (out)	17
Percentagem de docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Percentage of foreign teaching staff (in)	5.3
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of teaching staff in mobility (out)	51.6

8. Análise SWOT do ciclo de estudos

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

1) Qualidade dos alunos, única entre os CE congéneres, no que respeita às notas mínimas e médias no concurso nacional de acesso.
2) Homogeneidade do nível elevado dos alunos e da sua motivação para o estudo/aprendizagem.
3) Corpo docente altamente qualificado, com provas dadas em desenvolvimento, produção científica e cultural.
4) Internacionalização e prestígio das Unidades de Investigação dos docentes, garantia de qualidade das UC´s, em particular nos 4º e 5º anos.
5) Espírito de Escola, experiência de vida e ambiente de liderança no IST.
6) Protocolos de Mobilidade Erasmus com Escolas de referência.
7) Inserção do CE numa Escola de grande tradição na Engenharia e contribuição dos vários Departamentos, e.g., nas UC's de Gestão, Electrotecnia e Computação, Projeto MEFT e Dissertação.
8) Interdisciplinaridade da formação, que inclui opções de Matemática e de outros domínios da Engenharia.
9) Exposição dos alunos a workshops, conferências, cientistas e grupos internacionais de referência.

8.1.1. Strengths

1) Quality of the students, unique among similar graduations regarding the seriation and average marks on the national exams.
2) Homogeneity of the high level of the students and their motivation to learn.
3) Highly qualified teaching staff, as assessed by its scientific and cultural production.
4) Internationalization and prestige of the Research Units where the teachers are integrated, which ensures the quality of the CU's, in particular those of the 4th and 5th years.
5) The "spirit of the school," life experience and leadership atmosphere at IST.
6) Erasmus and other mobility programs with reference universities.
7) Insertion in a school with an important tradition in Engineering and the contribution of other Departments to MEFT (e.g., at the CU's of Management, Computation, Digital circuits, Project MEFT and Dissertation).
8) Interdisciplinary training, which includes optional courses in Mathematics and in other domains of Engineering.

9) Access of the students to workshops, conferences, scientists and prestigious international groups.

8.1.2. Pontos fracos

1) Duplicações em conteúdos programáticos, embora com aprofundamentos diferentes, das UCs Termodinâmica e Estrutura da Matéria, Física Estatística e Mecânica Quântica I, causadas pela primeira ser oferecida transversalmente a todos os cursos do IST.
2) Limitação à profundidade da componente teórico-prática nas três UCs Mecânica e Ondas, Termodinâmica e Estrutura da Matéria, Electromagnetismo e Óptica. Devido ao ensino transversal de Física Básica no IST, estas UCs têm uma componente laboratorial muito limitada, com ausência de espaço para a aprendizagem da qualidade do método da medida, e inconsequente face às UC's de Física Experimental específicas, já existentes no currículo do MEFT.
3) Opções nos 3 primeiros anos, que requerem conhecimentos não adquiridos em cadeiras obrigatórias.
4) Ensino computacional limitado, devido ao carácter opcional da UC de Física Computacional.
5) Não obrigatoriedade da UC de Física dos Meios Contínuos, em dissonância com cursos internacionais e com a aplicabilidade geral desse domínio a vários ramos da Física.
6) Ausência de créditos para actividades curriculares não formais, trabalhos de campo, estágios em Laboratórios, etc.
7) Pouca flexibilidade, apesar da variedade de UC's opcionais oferecidas, no percurso académico dos alunos, que sentem limitações de escolha, e que não está em linha com as referências internacionais, criando ainda restrições e dificuldades a programas de Mobilidade Internacional.
8) Relevância reduzida de formação em Empreendedorismo.
9) Percursos científicos pouco claros, ao nível dos 4º e 5º anos, pese a organização já implementada em Perfis, devido à oferta abundante de UCs de opção, e desenho curricular que se afigura de difícil compreensão, tanto aos estudantes, nacionais e internacionais, nomeadamente candidatos a ingressos no segundo ciclo, como a potenciais empregadores.

8.1.2. Weaknesses

1) Duplication in course syllabus, although in different degrees of detail, of the CU's of "Thermodynamics and the Structure of Matter" and "Statistical Physics" and "Quantum Mechanics I", since the training is offered horizontally to other Graduation and Master courses of IST.
2) Limited scope of the theoretical-practical component of the 3 CU's "Mechanics and Waves", "Thermodynamics and the Structure of Matter" and "Electromagnetism and Optics". Due to the horizontal structure of the teaching of basic physics at IST, these CUs have a very limited laboratorial component, with no room to focus on the quality of the measurement techniques and with reduced relation to the specific CU's of Experimental Physics, already present at the MEFT curriculum.
3) Optional CU´s on the first 3 years which require knowledge that was not acquired in mandatory courses.
4) Limited computational training, due to the optional character of the CU of Computational Physics.
5) Optional course of Physics of Continuous Media instead of mandatory, in contrast to reference international Graduations. The formation in this domain is applicable to various fields of Physics.
6) Lack of credits for non-formal curricular activities, fieldwork, internships in laboratories, etc.
7) Relatively small flexibility in the student's academic profile, despite the variety in the offer of optional CU's, in disagreement with the international standards. This relative rigidity limits student's choices and creates restrictions and difficulties to the international mobility programs.
8) Limited relevance in the formation of entrepreneurship.
9) Scientific tacks not very well defined on the 4th and 5th years, in spite of the organization in two profiles, due to the abundant offer of optional CU's and a curriculum design difficult to understand, both to students (national and international and in particular those wanting to access directly the 2nd cycle) and to potential employers.

8.1.3. Oportunidades

1) Recente integração do Campus Tecnológico Nuclear (CTN) no IST, abrindo a possibilidade de formação em novas áreas de tecnologia nuclear (materiais, proteção radiológica, etc.) e acesso a equipamento experimental único em Portugal e a um grupo de Aplicações de Física Nuclear de referência na Europa.
2) Fusão recente da Universidade Técnica de Lisboa com a Universidade de Lisboa, proporcionando um ambiente multidisciplinar rico e estimulante, num novo quadro institucional.
3) Visibilidade e implantação de alumni IST e de ex-alunos MEFT no tecido social, administrativo e económico do país.
4) Possibilidade de desenvolvimento de programas de Mestrado Erasmus Mundus, em parceria com universidades estrangeiras de prestígio, no âmbito das ações da "Education, Audiovisual and Culture Executive Agency" (EACEA) da União Europeia.
5) Existência de programas doutorais financiados pela FCT (Advanced Program in PLAsma Science and Engineering - APPLAuSE; International Doctorate Network in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology – IDPASC; Physics and Mathematics of Information), que motivam e consolidam a formação dos estudantes do MEFT, proporcionando-lhes uma maior perspetiva de prossecução após terminarem o ciclo de estudos.
6) Forte identificação das unidades de investigação com o Departamento de Física e as suas áreas científicas, proporcionando mais estruturas com recursos humanos e materiais na sustentabilidade e oferta de UC's do MEFT, em particular nos 3º e 4º anos.

8.1.3. Opportunities

1) Recent integration of the "Campus Tecnológico Nuclear" (CTN) in IST, opening the possibility of formation in new

nuclear technology areas (materials, radiological protection, etc.) and giving access to unique experimental facilities in Portugal and to a group dedicated to applications of nuclear physics of high international level.
2) Recent integration of the "Universidade Técnica de Lisboa" in the "Universidade de Lisboa", providing a rich and stimulating multidisciplinary environment, within a new institutional framework.
3) Visibility and implantation of IST alumni and MEFT ex-students in the society, in particular in administrative and economic strategic positions in the country.
4) Possibility of development of Erasmus Mundus Master Programs, in partnership with prestigious European universities, within the actions of the "Education, Audiovisual and Culture Executive Agency" (EACEA) of the EU.
5) Existence of PhD programs financed by FCT Advanced Program in PLAsma Science and Engineering - APPLAuSE; International Doctorate Network in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology – IDPASC; Physics and Mathematics of Information), which motivate and consolidate the formation of MEFT students, opening perspectives of continuation after finishing the 2nd cycle of studies.
6) Strong identification of the Research Units with the Department of Physics and its Scientific Areas, ensuring increasing human and material resources for the sustainability of MEFT and for the offer of CU's in particular for the 3rd and 4th years.

8.1.4. Constrangimentos

1) Adopção, pela Escola, de uma formação transversal e uniforme de Física Básica após o processo de Bolonha, através de três Uc's comuns ao ensino oferecido aos diferentes domínios de Engenharia, incluindo o MEFT. Isto gera frustrações nos alunos do CE, principalmente do 1º ano, devido à perceção de repetições de conhecimentos já adquiridos no ensino secundário e do seu aprofundamento relativamente escasso.
2) Atratividade crescente dos estudantes do MEFT por grandes Escolas Europeias, que não tem ainda uma contrapartida simétrica, no sentido oposto, da atratividade do MEFT para alunos internacionais,
3) Diminuição de recursos por constrangimentos orçamentais, tanto para manter ou aumentar a dimensão do corpo docente, como para repor e renovar recursos materiais (especialmente de laboratório), sendo estes dois aspectos importantes para a manutenção da qualidade de ensino.

8.1.4. Threats

1) Adoption by IST of a uniform and horizontal formation of Basic Physics after the Bologna process, through three CU's offered to the different domains of Engineering, including MEFT. This generates some frustration in students, specially of the 1st year, as a result of the perception of a repetition of subjects already acquired in Secondary School and of a insufficient degree of detail.
2) Growing attraction of MEFT students by the best European Schools, which does not have yet a symmetrical counterpart of attraction to MEFT by international students.
3) Decrease of resources due to financial constraints, making it difficult to increase and even to maintain the teaching staff, as well as to renovate the laboratory material resources, essential to keep the level of the training offered.

9. Proposta de ações de melhoria

9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

9.1.1. Ação de melhoria

1) Eliminar duplicações de programas em Termodinâmica e Estrutura da Matéria, Física Estatística e Mecânica Quântica I, através da separação da componente de Física Básica que é oferecida ao MEFT e aos restantes CE do IST.
2) Fortalecer a componente teórico-prática nas três UCs com origem no ensino transversal de Física no IST, por transferência da componente experimental para as UCs específicas: laboratório de Mecânica, Oscilações e Ondas e laboratório de Electromagnetismo e Termodinâmica.
3) Eliminar as opções no 2º ano; manter no 3º ano só as que requerem conhecimentos adquiridos em cadeiras obrigatórias dos três primeiros anos, sem outras precedências; transferir para o 4º e 5º anos a UC de opção Instrumentação Electrónica. Assim, eliminar-se-á a existência de opções nos três primeiros anos que recorriam a conhecimentos não ministrados nas UCs obrigatórias.
4) Fortalecer o ensino computacional, tornando obrigatória a UC de Física Computacional no 2º ano (que se segue a Programação, no 1º ano); exigir que uma UC, por semestre, inclua um trabalho com resolução computacional.
5) Tornar obrigatória a UC de Física dos Meios Contínuos, por troca com Técnicas Matemáticas da Física no 3º ano, respondendo aos learning outcomes identificados na comparação com os CE estrangeiros.
6) Enquadrar na UC de LID (Laboratório de Inovação e Desenvolvimento) o reconhecimento de créditos por actividades curriculares não formais.
7) Flexibilizar o percurso académico dos alunos, aumentando a liberdade de escolha, sem no entanto permitir uma pulverização de UCs, através da criação de três níveis de formação, com um número de opções condicionadas. A oferta opcional por área científica do DF é redimensionada e atualizada, através de fusões entre UCs, eliminação de outras e criação de novas.
8) Reduzir o tronco comum, obrigatório nos 4º e 5º anos para os dois Perfis ou Ramos (Física ou Engenharia), a três

UCs: Introdução à Investigação, Projeto MEFT e Dissertação de Mestrado em Engenharia Física Tecnológica. Criar em ambos os Perfis um primeiro bloco de formação estruturante, em que os alunos devem escolher quatro de cinco UCs. A estas UCs, nas principais áreas de ensino e investigação do DF, inclui-se a de Empreendedorismo, Inovação e Gestão de Ciência. Este Bloco designar-se-á por Opções A.
9) Criar em cada Perfil um segundo bloco, de quatro em cinco UCs, de formação específica do Perfil, designado por Opções B (Engenharia) e C (Física). Criar um terceiro e último bloco de formação, que inclui cinco UCs, a escolher dentre todas as disponibilizadas pelas áreas científicas (Bloco de Opções D). Este bloco enquadra de forma ideal os programas de intercâmbio internacionais e nacionais. Esta maior flexibilidade curricular será acompanhada por mecanismos de acompanhamento dos alunos, que potenciem currícula académicos mais ricos e mais coerentes. Cada área científica que o aluno pretenda seguir tem no CE um peso de pelo menos 72 ECTS, dos 120 ECTS dos 4º e 5º anos.

9.1.1. Improvement measure

1)To eliminate the duplication of contents in "Thermodynamics and the Structure of Matter", "Statistical Physics" and "Quantum Mechanics I", by separating the formation on Basic Physics offered to MEFT from the one offered to the remaining graduations of IST.
2)To strengthen the theoretical-practical component of the three CU's originating from the horizontal Physics courses at IST, by transferring the laboratorial component to specific CU's: Laboratory of Mechanics, Oscillations and Waves and Laboratory of Electromagnetism and Thermodynamics.
3)To eliminate optional CU´s on the 2nd year; keep on the 3rd year only those which require knowledge acquired in mandatory CU´s of the first three years; move to the 4th and 5th years the CU of Electronic Instrumentation. In this way, there will be no options on the first three years that would require knowledge not acquired in mandatory CU´s.
4)To strengthen the training in computation, making the CU of Computational Physics mandatory on the 2nd year (following Programming, on the 1st year); require that one CU per semester includes a computational project.
5)To make the CU of Physics of Continuous Media mandatory, by exchange with Techniques of Mathematical Physics on the 3rd year, aligning the learning outcomes with those of reference international institutions.
6)To recognize credits for non-formal curricular activities in the CU of LID (Innovation and Development Laboratory).
7)To make the academic track of each student more flexible, by increasing the freedom of choice while preventing a dispersion of CUs, through the creation of three levels of CUs and a number of conditional options. The offer of optional CU´s per scientific area is modernized, with the merging of former CU's, elimination of some and creation of others.
8)To reduce the set of core CU´s, mandatory on the 4th and 5th years for both profiles (Physics and Engineering), to three CU´s: Introduction to Research, Project-MEFT and Master's dissertation in Physics Engineering. To create in both profiles a 1st block of Fundamental CU´s, where the students choose 4 out of 5 CU´s. To these CU´s on the main teaching and research areas of the Physics Department one adds Entrepreneurship, Innovation and Science Management. This block is denoted as Options A.
9)To create in each profile a 2nd block, where students choose 4 among 5 CU´s, of Specific Formation of the profile, denoted by Options B (Engineering) and C (Physics). To create a 3rd and last training block, with five CU´s to be chosen among all made available by the scientific areas (Options D). This block gives the ideal framework to accommodate the national and international mobility programs. This larger curricular flexibility will be accompanied by mechanisms to monitor and advise the students, promoting richer and more coherent academic curricula. Each scientific area that a student chooses to follow on the cycle of studies has at least 72 of the 120 ECTS for the 4th and 5th years.

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

Todas as medidas propostas têm prioridade alta. A sua concretização no mais curto espaço de tempo é fundamental para manter os níveis de satisfação dos estudantes e a competitividade internacional do MEFT. Na definição das mudanças a implementar no currículo, usaram-se referências internacionais, como: TUM e KIT (Germany), KTH (Sweden), EPFL e ETH (Switzerland), TUDELFT (Netherlands), Oxford (UK) e MIT (USA).
As mudanças serão implementadas simultaneamente, nos cinco anos curriculares. Dado o pequeno impacto que essas mudanças terão nos novos planos curriculares individuais e no peso relativo das várias áreas científicas, a conversão será facilmente feita a partir de uma pequena tabela de equivalências.
No 1º ano curricular, implementar-se-ão as medidas 1) e 2); no 2º ano, as medidas 1) 2) 3) e 4); no 3º ano, as medidas 3) 4) 5) e 6); e nos 4º e 5º anos, as restantes medidas.

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

All the proposed measures have a high priority. Their implementation within a very short time is essential to keep the satisfaction level of the students and the international competitivity of MEFT. The definition of the modifications to the curriculum is inspired by international references such as TUM and KIT (Germany), KTH (Sweden), EPFL and ETH (Switzerland), TUDELFT (Netherlands), Oxford (UK) and MIT (USA).
The changes will be implemented simultaneously in the 5 years of MEFT. Due to the minor impact that those modifications will have on the new individual curricular plans and on the relative weight of the different scientific areas, the conversion will be made easily using a table of equivalences.
Measures 1) and 2) will be implemented on the 1st curricular year, measures 1) 2) 3) and 4) on the 2nd curricular year, measures 3) 4) 5) and 6) on the third curricular year, and the remaining measures will be applied to the 4th and 5th years.

9.1.3. Indicadores de implementação

Para as medidas 1) 2) 3) 5) 7) 8) 9) do ponto 9.1.1 e respetivos pontos fracos:
1) Diminuição das taxas de abandono e de prescrições.
2) Diminuição das desistências no fim do primeiro ano curricular.
3) Perceção de maior satisfação dos estudantes nos relatórios QUC.
4) Aumento da procura e visibilidade internacionais.
5) Aumento sustentável do numeri clausi do MEFT nos próximos 5 anos e de candidatos a ingressos no segundo ciclo.

Para a medida 4) do ponto 9.1.1:
1) Diversificação e alargamento das saídas profissionais dos graduados.
2) Perceção de maior satisfação dos estudantes nos relatórios QUC.
3) Aumento da procura e visibilidade internacionais, devido à especificidade única do MEFT.

Para a medida 6) do ponto 9.1.1:
1) Aumento da participação dos estudantes em atividades de investigação científica.
2) Aumento da procura e visibilidade internacionais, devido à especificidade única do MEFT

9.1.3. Implementation indicators

For measures 1) 2) 3) 5) 7) 8) 9) of 9.1.1 and corresponding weak points:
1) Reduction of the abandon rate and forced interruption of studies.
2) Decrease of the abandon rate on the 1st year.
3) Perception of a bigger satisfaction of the students as assessed by the QUC evaluation reports.
4) Increase of the international visibility and demand.
5) Sustainable increase of numeri clausi of MEFT along 5 years, and of the number of candidates willing to join MEFT on the second cycle.

For measure 4) of 9.1.1:
1) Diversification and broadening of the professional careers of MEFT graduates.
2) Perception of a bigger satisfaction of the students as assessed by the QUC evaluation reports.
3) Increase of the international visibility and demand, due to the unique specificities of MEFT.

For measure 6) of 9.1.1:
1) Increase of the participations of students in scientific research activities.
2) Increase of the international visibility and demand, due to the unique specificities of MEFT.

10. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

10.1. Alterações à estrutura curricular

10.1. Alterações à estrutura curricular

10.1.1. Síntese das alterações pretendidas

Para um plano de estudos individual, o peso das alterações agora propostas é inferior a 5%, na área fundamental, e a 3% nas restantes áreas.

Nos primeiros anos, as UC's gerais darão origem a UC's com maior profundidade nos conteúdos dos respetivos programas, o que leva à mudança de algumas designações (ver pontos 1 e 2 de 9.1.1). Também se propõem alterações nas UCs de opção dos três primeiros anos (ver pontos 3, 4 e 5 de 9.1.1).

Nos 4º e 5º anos, haverá uma reorganização das UC's em três grupos (ver pontos 7, 8 e 9 de 9.1.1): Tronco comum, Formação Estruturante (opções A) e Formação Específica dos perfis de Engenharia e de Física (opções B e C, respetivamente).

Algumas UC's de Opção Livre (opções D) serão eliminadas, criando-se outras em sua substituição, que pretendem refletir a atualidade da investigação científica nesses domínios.
Os nomes de algumas UC's serão alterados, para melhor espelhar o seu conteúdo programático, sem se mudar este último.

10.1.1. Synthesis of the intended changes

For each individual student, the proposed changes correspond to less than 5% of the study plan in the fundamental area, and less than 3% in the remaining areas.

On the first years, the general CU's originate CU's with an increased detail in the respective contents, originating a modification in some designations (see points 1 and 2 of 9.1.1). Some changes on the optional CU's of the first three years are also proposed (see points 3, 4 and 5 of 9.1.1).

On the 4th and 5th years there will be a reorganization of the CU's in three groups (see points 7, 8 and 9 of 9.1.1): Core Training, Fundamental Training (options A) and Specific Training of the Engineering and Physics profiles (options B and C, respectively).

Some Free Option CU's (options D) will be replaced by new ones, reflecting recent trends in scientific research in the corresponding domains. The names of some CU's will be changed in order to better match their syllabus, which will not be modified.

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

Mapa Tronco Comum

10.1.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.1.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.1.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.1.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Área Científica de Análise Numérica e Análise Aplicada	ANAA	4.5	0
Área Científica de Computadores	Comp	12	0
Área Científica de Eletrónica	Electr	6	6
Área Científica de Engenharia e Gestão de Organizações	EGO	4.5	0
Área Científica de Física de Partículas e Física Nuclear	FPaFN	0	6
Área Científica de Física Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear	FPLFN	0	6
Área Científica de Físicas e Tecnologias Básicas	FBas	108	24
Área Científica de Matemáticas Gerais	MatGer	27	0
Área Científica de Probabilidade e Estatística	PE	6	0
Área Científica de Química-Física Materiais e Nanociências	QFMN	6	0
Área Científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologia	FMCNano	0	6
Área Científica de Astrofísica e Gravitação	AstGrav	0	6
Todas as áreas científicas do IST	Diss	36	0
(13 Items)		**210**	**54**

Mapa Área de Especialização em Engenharia

10.1.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.1.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.1.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.1.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Área de Especialização em Engenharia

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

10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Área Científica de Astrofísica e Gravitação	AstGrav	0	12
Área Científica de Física Interdisciplinar	FInter	0	24
Área Científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologia	FMCNano	0	24
Área Científica de Física de Partículas e Física Nuclear	FPaFN	0	24
Área Científica de Física Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear	FPLFN	0	24
Área Científica de Físicas e Tecnologias Básicas	FBas	0	6
Todas as áreas científicas do IST	OL	0	24
(7 Items)		**0**	**138**

Mapa Área de Especialização em Física

10.1.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.1.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.1.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.1.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Área de Especialização em Física

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

10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Área Científica de Astrofísica e Gravitação	AstGrav	0	18
Área Científica de Física Interdisciplinar	FInter	0	24
Área Científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologia	FMCNano	0	24

Área Científica de Física de Partículas e Física Nuclear	FPaFN	0	24
Área Científica de Física Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear	FPLFN	0	24
Área Científica de Físicas e Tecnologias Básicas	FBas	0	6
Todas as áreas científicas do IST	OL	0	24
(7 Items)		**0**	**144**

10.2. Novo plano de estudos

Mapa XII - Tronco Comum - 1º Ano / 1º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º semestre

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

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Linear	MatGer	Semestral	168	T42, TP21	6	-
Cálculo Diferencial e Integral I	MatGer	Semestral	168	T42, TP21	6	-
Laboratório de Introdução à Física Experimental	FBas	Semestral	168	T14, PL63	6	-
Programação	Comp	Semestral	168	T42, TP10,5, PL10,5	6	-
Mecânica e Relatividade	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	-
(5 Items)						

Mapa XII - Tronco Comum - 1º Ano / 2º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 2º semestre

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

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cálculo Diferencial e Integral II	MatGer	Semestral	210	T56, TP21	7.5	-
Química	QFMN	Semestral	168	T42, TP7, PL14	6	-
Laboratório de Oficinas	FBas	Semestral	126	T14, PL42	4.5	-
Sistemas Digitais	Comp	Semestral	168	T42, TP10,5, PL10,5	6	-
Oscilações e Ondas	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	-
(5 Items)						

Mapa XII - Tronco Comum - 2º Ano / 1º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º Ano / 1º semestre

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

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)

Análise Complexa e Equações Diferenciais	MatGer	Semestral	210	T56, TP21	7.5	-
Matemática Computacional	ANAA	Semestral	126	T42	4.5	-
Laboratório de Mecânica, Oscilações e Ondas	FBas	Semestral	168	T14, PL63	6	-
Física Computacional	FBas	Semestral	168	T28, TP14, PL28	6	-
Termodinâmica Física	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	-

(5 Items)

Mapa XII - Tronco Comum - 2º Ano / 2º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º Ano / 2º semestre

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd year / 2nd semester

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Probabilidades e Estatística	PE	Semestral	168	T42, TP21	6	-
Teoria dos Circuitos e Fundamentos de Electrónica	Electr	Semestral	168	T42, TP13,5, PL7,5	6	-
Laboratório de Electromagnetismo e Termodinâmica	FBas	Semestral	168	T14, PL63	6	-
Electromagnetismo	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	-
Mecânica Analítica	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	-

(5 Items)

Mapa XII - Tronco Comum - 3º Ano / 1º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º Ano / 1º semestre

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
3rd year / 1st semester

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica Quântica I	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	-
Electrodinâmica Clássica	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	-
Laboratório de Física das Radiações e Atómica	FBas	Semestral	168	T14, PL63	6	-
Física dos Meios Contínuos	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	-
Electrónica Geral	Electr	Semestral	168	T42, TP9, PL12	6	Opção 1
Técnicas Matemáticas da Física	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	Opção 1
(6 Items)						

Mapa XII - Tronco Comum - 3º Ano / 2º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º Ano / 2º semestre

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
3rd year / 2nd semester

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Gestão	EGO	Semestral	126	T28, TP21	4.5	-
Física Estatística	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	-
Laboratório de Física Experimental Avançada	FBas	Semestral	168	T14, PL63	6	-
Física do Estado Sólido	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	-
Laboratório de Inovação e Desenvolvimento	FBas	Semestral	42	PL21	1.5	-
Microcontroladores	FBas	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção 2
Mecânica Quântica II	FBas	Semestral	168	T42, TP21	6	Opção 2
(7 Items)						

Mapa XII - Tronco Comum - 4º e 5º Ano / 1º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º e 5º Ano / 1º semestre

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
4th and 5th years / 1st semester

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física de Partículas	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção A
Física e Tecnologia dos Plasmas	FPLFN	Semestral	168	T56	6	Opção A
Nanotecnologia e Nanoelectrónica	FMCNano	Semestral	168	T56	6	Opção A
Astrofísica	AstGrav	Semestral	168	T56	6	Opção A
Empreendedorismo, Inovação e Gestão de Ciência	FBas	Semestral	168	T56	6	Opção A
Introdução à investigação	FBas	Semestral	168	T56	6	-
Projecto MEFT	Diss	Semestral	168	T14,TC42	6	-
(7 Items)						

Mapa XII - Tronco Comum - 5º Ano / 2º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
5º Ano / 2º semestre

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
5th year / 2nd semester

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação de Mestrado em em Engenharia Física Tecnológica	Diss	Semestral	840	OT420	30	Precedência PMEFT
(1 Item)						

Mapa XII - Área de Especialização em Engenharia - 4º e 5º Ano / 1º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Área de Especialização em Engenharia

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º e 5º Ano / 1º semestre

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
4th and 5th years / 1st semester

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Óptica e Lasers	FPLFN	Semestral	168	T56	6	Opção B
Instrumentação Óptica e Electrónica	FBas	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção B
Opção Livre 1	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 2	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 3	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 4	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 5	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Energia Solar Fotovoltaica	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção D
Energia Solar Térmica	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção D
Sistemas Dinâmicos	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção D
Laboratório de Astrofísica	AstGrav	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Laboratório de Física da Matéria Condensada	FMCNano	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Física e Tecnologia dos Materiais Magnéticos	FMCNano	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Tópicos de Física da Matéria Condensada	FMCNano	Semestral	168	T56	6	Opção D
Complementos de Electrónica	FMCNano	Semestral	168	T42, 21PL	6	Opção D
RMN de sistemas parcialmente ordenados	FMCNano	Semestral	168	T42, TP14, PL7	6	Opção D
Teoria de Grupos em Física	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Tópicos em Física de Partículas, Astrofísica e Cosmologia	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Física Hadrónica e Cromodinâmica Quântica	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Ciência dos Materiais para as Tecnologias Nucleares	FPaFN	Semestral	168	T42, TP21	6	Opção D
Reactores Nucleares	FPaFN	Semestral	168	T42, TP21	6	Opção D
Protecção Radiológica e Dosimetria	FPaFN	Semestral	168	T42, PL28, S14	6	Opção D
Plasmas de Baixa Temperatura	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Fusão Nuclear	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Técnicas de Diagnóstico em Plasmas	FPaFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Tópicos Avançados em Física Computacional	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
(26 Items)						

Mapa XII - Área de Especialização em Engenharia - 4º Ano / 2º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Área de Especialização em Engenharia

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º Ano / 2º semestre

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
4th year / 2nd semester

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Tecnologia Nuclear e de Física de Partículas	FPaFN	Semestral	168	T28, E42	6	Opção B
Tecnologias Energéticas	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção B
Técnicas de Micro e Nanofabricação	FMCNano	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção B
Opção Livre 1	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 2	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 3	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 4	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 5	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Biofísica	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção D
Serviços de Energia	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção D
Tópicos em Relatividade Geral e Cosmologia	AstGrav	Semestral	168	T56	6	Opção D
Complementos de Física da Matéria Condensada	FMCNano	Semestral	168	T56	6	Opção D
Física dos Cristais Líquidos	FMCNano	Semestral	168	T56	6	Opção D
Métodos de Caracterização em Física de Estado Sólido	FMCNano	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Electrónica de Spin	FMCNano	Semestral	210	TP42, PL28	7.5	Opção D
Física e Tecnologia dos Semicondutores	FMCNano	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Teoria de Campo	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Modelo Standard e Nova Física	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Métodos de Simulação de Detectores de Partículas	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Laboratório de Raios Cósmicos	FPaFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Métodos Experimentais em Física de Partículas	FPaFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Projecto e Controlo em Lógica Digital	FPaFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Física dos Plasmas Avançada	FPLFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Tecnologias a Plasma para Processamento de Materiais	FPLFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Sistemas de Aquisição de Dados	FPLFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Controlo em Tempo Real	FPLFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
(26 Items)						

Mapa XII - Área de Especialização em Física - 4º e 5º Ano / 1º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:

Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Área de Especialização em Física

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º e 5º Ano / 1º semestre

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
4th and 5th years / 1st semester

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Óptica e Lasers	FPLFN	Semestral	168	T56	6	Opção C
Complementos de Mecânica Quântica	FBas	Semestral	168	T56	6	Opção C
Opção Livre 1	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 2	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 3	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 4	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 5	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Energia Solar Fotovoltaica	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção D
Energia Solar Térmica	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção D
Sistemas Dinâmicos	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção D
Laboratório de Astrofísica	AstGrav	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Laboratório de Física da Matéria Condensada	FMCNano	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Física e Tecnologia dos Materiais Magnéticos	FMCNano	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Tópicos de Física da Matéria Condensada	FMCNano	Semestral	168	T56	6	Opção D
Complementos de Electrónica	FMCNano	Semestral	168	T42, PL21	6	Opção D
RMN de sistemas parcialmente ordenados	FMCNano	Semestral	168	T42, TP14, PL7	6	Opção D
Teoria de Grupos em Física	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Tópicos em Física de Partículas, Astrofísica e Cosmologia	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Física Hadrónica e Cromodinâmica Quântica	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Ciência dos Materiais para as Tecnologias Nucleares	FPaFN	Semestral	168	T42, TP21	6	Opção D
Reactores Nucleares	FPaFN	Semestral	168	T42, TP21	6	Opção D
Protecção Radiológica e Dosimetria	FPaFN	Semestral	168	T42, PL28, S14	6	Opção D
Plasmas de Baixa Temperatura	FPLFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Fusão Nuclear	FPLFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Técnicas de Diagnóstico em Plasmas	FPLFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Tópicos Avançados em Física Computacional	FPLFN	Semestral	168	T56	6	Opção D

(26 Items)

Mapa XII - Área de Especialização em Física - 4º Ano / 2º semestre

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia Física Tecnológica

10.2.1. Study programme:
Physics Engineering

10.2.2. Grau:
Mestre (MI)

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Área de Especialização em Física

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

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
4º Ano / 2º semestre

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
4th year / 2nd semester

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física Nuclear	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção C
Relatividade e Cosmologia	AstGrav	Semestral	168	T56	6	Opção C
Física da Matéria Condensada	FMCNano	Semestral	168	T56	6	Opção C
Opção Livre 1	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 2	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 3	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 4	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Opção Livre 5	OL	Semestral	168	-	6	Opção D
Biofísica	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção D
Serviços de Energia	FInter	Semestral	168	T56	6	Opção D
Tópicos em Relatividade Geral e Cosmologia	AstGrav	Semestral	168	T56	6	Opção D
Complementos de Física da Matéria Condensada	FMCNano	Semestral	168	T56	6	Opção D
Física dos Cristais Líquidos	FMCNano	Semestral	168	T56	6	Opção D
Métodos de Caracterização em Física de Estado Sólido	FMCNano	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Electrónica de Spin	FMCNano	Semestral	210	TP42, PL28	7.5	Opção D
Física e Tecnologia dos Semicondutores	FMCNano	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Teoria de Campo	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Modelo Standard e Nova Física	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Métodos de Simulação de Detectores de Partículas	FPaFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Laboratório de Raios Cósmicos	FPaFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Métodos Experimentais em Física de Partículas	FPaFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D

Projecto e Controlo em Lógica Digital	FPaFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Física dos Plasmas Avançada	FPLFN	Semestral	168	T56	6	Opção D
Tecnologias a Plasma para Processamento de Materiais	FPLFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Sistemas de Aquisição de Dados	FPLFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
Controlo em Tempo Real	FPLFN	Semestral	168	T28, PL42	6	Opção D
(26 Items)						

10.3. Fichas curriculares dos docentes

Mapa XIII

10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
<sem resposta>

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

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

10.3.4. Categoria:
<sem resposta>

10.3.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
<sem resposta>

10.3.6. Ficha curricular de docente:
<sem resposta>

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

Mapa XIV - Mecânica e Relatividade

10.4.1.1. Unidade curricular:
Mecânica e Relatividade

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
A indicar pela respetiva área científica/To be named by the scientific area

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
A indicar pela respetiva área científica/To be named by the scientific area

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta UC apresenta os conceitos e princípios básicos da mecânica clássica e da relatividade restrita, reforçando a compreensão desses conceitos através de aplicações ao mundo real. O ensino da mecânica clássica nesta UC centra-se na mecânica da partícula pontual. São também abordadas as noções básicas da mecânica do corpo rígido.
Os alunos deverão saber os conceitos fundamentais e saber aplicá-los à resolução de problemas em várias áreas do conhecimento científico e tecnológico. O ensino teórico-prático será complementado com o ensino laboratorial em UC´s separadas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
This course presents the basic concepts and principles of classical mechanics and special relativity, enhancing the

understanding of these concepts through applications to the real world. The teaching of classical mechanics in this UC focuses on the mechanics of the point particle. It also covers the basics of the mechanics of the rigid body.
Students should know the basic concepts and how to apply them to solve problems in various areas of scientific and technological knowledge. The theoretical and practical training will be complemented with laboratory teaching in separate UCs.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:
Grandezas físicas, unidades e análise dimensional, e ordens de grandeza.
Cinemática de uma partícula. Vetores posição, velocidade e aceleração.
Dinâmica de uma partícula: Leis do movimento de Newton. Referenciais inerciais e não inerciais. Força de Coriolis.
Trabalho e energia: Teorema do trabalho-energia. Potência.
Conservação de energia: Forças conservativas. Energia potencial e energia mecânica.
Momento linear e sua conservação para uma ou mais partículas. Centro de massa.
Colisões: conservação nas colisões elásticas e inelásticas.
Momento angular e momento de forças. Conservação do momento angular. Equação dos momentos.
Gravitação: Lei de Newton. Massa gravitacional e inercial. As órbitas e as marés.
Relatividade, de Galileu a Einstein. O princípio da relatividade restrita de Einstein. Simultaneidade e relatividade do tempo, dilatação do tempo, contração do espaço, paradoxo dos gémeos. As transformações de Lorentz. Momento linear e energia relativistas. Colisões. $E=mc^2$.

10.4.1.5. Syllabus:
Physical quantities, units and dimensional analysis, and orders of magnitude.
Kinematics of a particle. Vectors position, velocity and acceleration.
Dynamics of a point particle: Newton's Laws of Motion.
Inertial and non-inertial reference frames. Coriolis Force.
Work and energy: Theorem of work-energy. Power.
Conservation of energy. Conservative forces. Potential energy and mechanical energy.
Linear momentum and its conservation for one or more particles. Center of mass.
Collisions: conservation in elastic and inelastic collisions:
Angular momentum and momentum of forces. Conservation of angular momentum. Equation of moments.
Gravitation Newton's law. Gravitational mass and inertial mass. Orbits and tides.
Special relativity: Galilean and Einstein relativity. Simultaneity and the relativity of time, time dilation, space contraction, twin paradox. Lorentz transformations. Relativistic momentum and energy. Collisions.
$E = mc^2$

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos de Mecânica e Relatividade, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de atividades de pesquisa autónoma. Aos alunos, são fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais, os exemplos de aplicação que os preparam para as UCs que mais diretamente lhe sucedem no curso, nomeadamente Oscilação e Ondas, Laboratório de Mecânica, Oscilações e Ondas e Mecânica Analítica.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus covers the key topics, both theoretical and applications, of Mechanics and Relativity, allowing the student to review and deepen his background and acquire new knowledge, to support his training in Engineering Physics, enabling him to further learn through autonomous exploration activities. The knowledge acquired in Classical Mechanics and Special Relativity provide the tools for Oscillations and Waves, Laboratory of Mechanics, Oscillations and Waves and Analytical Mechanics.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Dois testes e/ou exame final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Two tests and/or final exam.

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Serão utilizados diferentes tipos de metodologias de aprendizagem nesta UC: aprendizagem por exemplo, discussão e resolução de problemas intelectualmente desafiadores e, finalmente, testes e exames finais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos, como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes

proveniências e formações. A utilização de casos de estudo reais, muitos deles demonstrados experimentalmente nas aulas, permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, aplicados à realidade, identificando os problemas, fazendo uma análise crítica dos mesmos e propondo novas soluções. O exame final individual estimula a compreensão dos conceitos ensinados, testando a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, de interpretar, criticar e resolver problemas.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Considering the aim of the course, the students should be able to identify challenges, understand the problems and propose better solutions to Mechanics and Relativity.Different types of teaching methodologies will be explored from the teaching by example passing through challenging problem solving and final test and exams. These methodologies will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations. The use of real physics problems, several of them experimental demonstrated in class, allows students to understand the syllabus, applied to reality, resulting in a critical analysis of the problems identified and propose new solutions. The written final exam stimulates the understanding of the concepts taught, testing the student's ability to integrated, interprets, criticize and solve problems.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
An Introduction to Mechanics, Massachusetts Institute of Technology, Daniel Kleppner and Robert J. Kolenkow, June 2010, Cambridge University Press, ISBN: 9780521198219.

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
Problems and Solutions on Mechanics (Major American Universities PhD Qualifying Questions and Solutions), Y. K. Lim, World Scientific, ISBN: 978-9810212988.

Mapa XIV - Termodinâmica Física

10.4.1.1. Unidade curricular:
Termodinâmica Física

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
A indicar pela respetiva área científica/To be named by the scientific area

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
A indicar pela respetiva área científica/To be named by the scientific area

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta disciplina apresenta os conceitos e princípios básicos da termodinâmica física. A compreensão desses conceitos é reforçada através de aplicações ao mundo real. Os alunos deverão ter a capacidade de manipular esses conceitos e saber aplicá-los à resolução de problemas. Os estudantes serão motivados por exemplos de aplicação dos princípios da física noutras áreas, em particular nas aplicações modernas. O ensino teórico-prático será complementado, em casa, com a resolução de séries de problemas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
This course presents the basic concepts and principles of physics of thermodynamics. Understanding of these concepts is enhanced through applications to the real world. Students should have the ability to manipulate these concepts and apply them to problem solving. Students are encouraged to apply the principles of physics in other areas, particularly in modern applications. Homework complements the theoretical and practical training.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:
O limite termodinâmico. O gás ideal. Definição de calor. Capacidade calorífica.
Temperatura e o fator de Boltzmann: Equilíbrio térmico. Ensembles.
Teoria cinética dos gases: A distribuição Maxwell-Boltzmann. Pressão: A lei do gás ideal. Lei de Dalton. Efusão molecular e livre caminho médio. Secção eficaz de colisão.
Transporte e difusão térmica: Propriedades de transporte em gases: Viscosidade. Condutividade térmica. Difusão. A equação de difusão térmica. Estado estacionário. Fontes de calor.
A primeira lei da termodinâmica: Capacidade calorífica. Funções de estado. Processos isotérmicos e adiabáticos: Reversibilidade.
A segunda lei da termodinâmica: Máquinas térmicas: máquina de Carnot. Exemplos de máquina térmicas. Entropia. Mudanças irreversíveis. A expansão de Joule. Fundamentos estatísticos da entropia.
Potenciais termodinâmicos. Relações de Maxwell. A terceira lei da termodinâmica.

Equipartição da energia, o potencial químico, corpo negro, gases reais e transições de fase.

10.4.1.5. Syllabus:

The thermodynamic limit. The ideal gas. Heat. Heat capacity.
Temperature and the Boltzmann factor: Thermal equilibrium. Ensembles.
Kinetic theory of gases: the Maxwell-Boltzmann distribution. Pressure: the ideal gas law. Dalton's law. Effusion and molecular mean free path. The cross section for collisions.
Transport and thermal diffusion: Transport properties in gases. Viscosity. Thermal conductivity. Diffusion. The equation of thermal diffusion. Steady state. Heat sources.
The first law of thermodynamics: Heat capacity. State functions.
Isothermal and adiabatic processes: reversibility.
The second law of thermodynamics: Thermal machines: Carnot engine. Examples of thermal machines. Entropy. Irreversible changes. The Joule expansion. Statistical entropy.
Thermodynamic potentials. Maxwell relations. The third law of thermodynamics.
Energy Equipartition, the chemical potential, black body, real gases and phase transitions.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos da Termodinâmica Física, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Engenharia Física Tecnológica.
São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos e dos modelos teóricos, quer a resolução de exercícios de interpretação da matéria e de aplicação em questões práticas, bem como de simulação numérica.
Os tópicos que se apresentam abrangem os principais conceitos de base, intervenientes na secção 10.4.1.4, bem como as ferramentas usualmente mais aplicadas.

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

The syllabus covers the key topics, both theoretical and applications, of thermal physics, allowing the student to review and deepen his background and acquire new knowledge, to support his assist in training in Physics Engineering, enabling him to further learn through autonomous exploration activities.
The theoretical basis is provided, together with essential concepts and application examples. The students are required to study the theoretical models, and to solve exercises and problems to interpret the concepts and to apply them to practical examples, besides the students attend numerical simulation classes.
The topics presented cover the main fundamental concepts of section 10.4.1.4, as well as the tools usually applied.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Dois testes e/ou exame final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Two tests and or final exam.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular.Nomeadamente, ensinamos os conceitos e princípios básicos da termodinâmica clássica, bem como a capacidade de trabalhar neste domínio e de abrir fronteiras de investigação científica e de desenvolvimento tecnológico.
A física é uma ciência exata e uma ciência da natureza, sendo a base da maior parte da tecnologia moderna, desenvolvida desde a revolução industrial. Assim, para além da aprendizagem teórica e da resolução de problemas, considera-se essencial a realização de simulações numéricas, que permitam o confronto com problemas reais e complexos nesta área.

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

The teaching methodologies are designed so that students can develop a comprehensive understanding of the potential in this area, while complying with the objectives of the course.
We teach the basic concepts and principles of classical thermodynamics, training the ability to work in this field and to open new frontiers in scientific research and technological development.
Physics is an exact science, and a natural science, it has been providing the basis of most modern technology since the industrial revolution. Thus, in addition to the theoretical learning and problem solving, it is considered essential for the students to produce numerical work to study complex and real problems.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
- Concepts in Thermal Physics, S. J. Blundell, K. M. Blundell, 2006, ISBN: 0–19–856770–7.

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
- Fluidos, Oscilações e ondas, Calor, H. M. Nussenzveig, 2002 (4ª edição), ISBN: 85-212-0299-7.
- Thermal Physics, D. V. Schroeder, 2000, ISBN: 0-201-38027-7.
- Physics for Scientists and Engineers, R. A. Serway, J. W. Jewett, 2004, ISBN: 0-53-440842-7.

Mapa XIV - Eletromagnetismo

10.4.1.1. Unidade curricular:
Eletromagnetismo

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
A indicar pela respetiva área científica/To be named by the scientific area

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
A indicar pela respetiva área científica/To be named by the scientific area

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Após a conclusão desta unidade curricular, os alunos deverão ter a capacidade de utilizar os conceitos e princípios básicos do eletromagnetismo clássico, aplicando-os à resolução de problemas e aplicações.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
After attending this course the students should be able to use the basic concepts of the classical electromagnetism to solve problems and applied cases.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:
Campo eletrostático no vácuo. Lei de Coulomb. Princípio de sobreposição. Potencial elétrico. Dipolo elétrico. Lei de Gauss. Condutores. Condensadores. Equações de Poisson e Laplace.
Campo eletrostático nos dielétricos. Polarização. Energia eletrostática.
Corrente elétrica estacionária. Densidade e intensidade de corrente. Equação de conservação da carga. Lei de Ohm. Lei de Joule. Leis de Kirchoff.
Campo magnético no vácuo. Lei de Biot-Savart. Potencial vetor. Lei de Ampère. Força de Laplace-Lorentz. Fluxo magnético. Indução magnética. Lei de Faraday-Lenz. Coeficientes de indução. Bobina.
Campo magnético na matéria. Magnetização. Diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo. Energia em magnetostática.
Equações de Maxwell. Corrente de deslocamento. Conservação de energia e vetor de Poynting. Ondas eletromagnéticas. Ondas planas monocromáticas e sua energia e intensidade. Polarização, reflexão e transmissão de ondas. Equações de Fresnel. Propagação guiada.

10.4.1.5. Syllabus:
Electrostatic field in vacuum. Coulomb's law. Superposition principle. Potential and fields. Electric dipole. Gauss's law. Conductors and capacitors. Poisson and Laplace equations.
Electrostatic field in the dielectrics. Polarization. Electrostatic energy.
Direct current. Current intensity and density. Conservation of electrical charge. Ohm's law. Joule's law. Kirchoff's laws.
Magnetic field in vacuum. Biot-Savart's law. Potencial vector. Ampère's law. Laplace-Lorentz force. Magnetic flux and magnetic induction. Faraday-Lenz law. Induction coefficients. Solenoids.
Magnetic fields in matter. Magnetization. Diamagnetism, paramagnetism and ferromagnetism. Energy in magnetostatics.
Maxwell's equations. Displacement current. Energy conservation and Poynting vector. Electromagnetic waves. Monochromatic plane-waves. Energy, intensity and of electromagnetic waves. Polarization, Reflection and transmission of electromagnetic waves. Fresnel equations. Wave guides.

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos programáticos desta unidade curricular visam dotar os alunos com as competências e os conhecimentos em Eletromagnetismo, necessários para que os objetivos de aprendizagem, indicados em 10.4.1.4, possam ser atingidos.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus points of this curricular unit aim to give students the competences and the required knowledge on Electromagnetic Theory in order the learning outcomes described in point 10.4.1.4. may be achieved.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A componente teórico-prática será avaliada por testes e/ou Exame final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The students will be evaluated by tests and/or final exam.

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos, através da utilização intensiva de aulas de demonstração. Esta abordagem permite não só cumprir os objetivos, como auxilia o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies are based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes. This approach allows to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
- Field and Wave Electromagnetics, D. K. Cheng, 1989, ISBN-13: 978-0201128192
- Electromagnetismo, A. B. Henriques e J. C. Romão, 2006, ISBN: 9789728469450
- Electromagnetismo: Enunciado e Resolução de Exercícios, J. Loureiro, 1992, AEIST.

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
- The Feynman Lectures on Physics, R. Feynman, 1970, ISBN: 0-80-539065-0.

Mapa XIV - Tópicos Avançados em Física Computacional

10.4.1.1. Unidade curricular:
Tópicos Avançados em Física Computacional

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
A indicar pela respetiva área científica/To be named by the scientific area

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
A indicar pela respetiva área científica/To be named by the scientific area

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular tem como objetivo desenvolver nos alunos as competências necessárias para expressarem e explorarem algoritmos associados a diferentes áreas da Física e da Engenharia, recorrendo às mais modernas arquiteturas e metodologias de programação utilizadas em Física Computacional. Para esse efeito, os alunos serão em primeiro lugar introduzidos à computação paralela e computação em sistemas heterogéneos, explorando e utilizando em seguida estes conceitos, com recurso aos algoritmos e modelos físicos mais gerais, usualmente utilizados nas principais áreas de atuação do Departamento de Física. Uma perspetiva global das técnicas e metodologias computacionais utilizadas noutros domínios da física e da engenharia será também dada num conjunto de seminários com especialistas convidados.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
his course aims to develop the skills to express and to explore algorithms commonly employed in physics and engineering, taking advantage of the most modern architectures and programming methodologies. Students will first be introduced to parallel computing and computing on heterogeneous systems, and then will use these tools with algorithms and physical models commonly used in the main domain of activity of the Department of Physics. An overview of computational techniques used in other fields of science and engineering will also be provided via a set of dedicated seminars.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Computação paralela e computação em sistemas heterogéneos
Programação paralela com MPI; programação em arquiteturas multi-core.
Modelos numéricos de plasmas
Modelos particle-in-cell, Boltzmann, MHD e fluido. Simulações multi-escala.
Modelos numéricos em Estrutura eletrónica
Campo médio: Hartree-Fock e Funcional da densidade. Representação das funções de onda. Para além do campo médio: Correlação, métodos GW, resposta ótica.
Dinâmica molecular, Monte-Carlo, algoritmos genéticos
Dinâmica molecular clássica. Dinâmicas modificadas. Método de Monte-Carlo. Otimização por algoritmos genéticos.
Modelos numéricos em Astrofísica, Gravitação e Física das Altas Energias
Oscilações de buracos negros e tópicos avançados em relatividade numérica; evolução QCD a altas energias; algoritmos de procura de jatos; Monte Carlo em física de altas energias; oscilações solares e estelares; heliosismologia e asterossismologia.
Outras aplicações de métodos computacionais

10.4.1.5. Syllabus:

Parallel computing and computing in heterogeneous architectures
Parallel programming with MPI; programming in multi-core architectures
Numerical models of plasmas: Particle-in-cell, Boltzmann, MHD and fluid models. Multiscale simulations.
Numerical methods in electronic structure
Mean field methods: Hartree-Fock and Density Functional. Representations of the wave-functions. Beyond mean field: Correlation, GW methods, optical response.
Molecular dynamics, Monte-Carlo and genetic algorithms.
Classical molecular dynamics. Modified dynamics. Monte-Carlo method. Genetic algorithm optimization.
Numerical models of Astrophysics, Gravitation and High Energy Physics
Black hole oscillations and advanced topics in numerical relativity, QCD evolution at high energy; jet finding algorithms, Monte Carlo techniques in high energy physics; solar and stellar oscillations; helioseismology and asteroseismology.
Other advanced applications of computational methods

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 10.4.1.4, os alunos serão em primeiro lugar introduzidos à computação paralela e em sistemas heterogéneos e, em seguida, utilizarão estes conceitos em algoritmos para estudar modelos físicos gerais das principais áreas cientificas existentes no Departamento de Física. Uma perspetiva global das técnicas utilizadas noutros domínios da física e da engenharia será dada por um conjunto de especialistas convidados. Pode-se assim constatar que os alunos ficarão dotados dos conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC (point 10.4.1.4), the students will first be introduced to parallel computing and computing on heterogeneous systems, and then will use these tools with algorithms to study physical models used in the main scientific domains of the Department of Physics. An overview of computational techniques used in other fields of science and engineering will be provided through a set of invited experts. So it is clear that the syllabus give the students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalhos/conjunto de problemas individuais (35%) + Projeto em grupo (50%) + Apresentação e Discussão Oral (15%).

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Mini projects/set of homework problems (35%) + Group Project (50%) + Presentation and Discussion session (15%).

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

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

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of

demonstration classes and execution of individual and group work for solving applied problems, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY

- Using MPI, Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface, 3rd edition, William Gropp, Ewing Lusk and Anthony Skjellum, 2014, MIT Press

- Notas e artigos especificamente distribuídos em cada módulo e disponibilizados aos alunos/Lecture notes and research papers associated with each module to be provided to the students

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY

- Notas e artigos especificamente distribuídos em cada módulo e disponibilizados aos alunos/Lecture notes and research papers associated with each module to be provided to the students

Mapa XIV - Ciência dos Materiais para as Tecnologias Nucleares

10.4.1.1. Unidade curricular:

Ciência dos Materiais para as Tecnologias Nucleares

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

A indicar pela área científica de Física de Partículas e Física Nuclear

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

A indicar pela área científica de Física de Partículas e Física Nuclear

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

No fim da unidade curricular, os alunos terão adquirido conhecimentos sobre a interação de radiação com a matéria, diferentes ambientes de radiação e a problemática de danos de irradiação em materiais e armazenamento de resíduos radioativos. Esta unidade curricular completa a unidade de "Tecnologia Nuclear e de Física de Partículas "que cobre deteção da radiação.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

When successfully completing the unit the students will have acquired knowledge on the interaction of radiation with matter, different radiation environments and the problematics of radiation damage in nuclear materials. This unit complements the unit Nuclear and Particle Physics Technology which covers mostly radiation detection.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

- Interação de iões com a matéria (secções eficazes, deposição de energia, alcance dos iões).
- Interação de neutrões com a matéria (dispersão elástica e inelástica, captura e outras reacções).
- Processos de danificação de materiais por radiação (deslocamentos, cascatas de colisões, defeitos pontuais e extensos).
- Alteração da microestrutura de metais e cerâmicas por radiação.
- Materiais nucleares usados em reatores de cisão e de fusão e para o armazenamento de resíduos radioativos.

10.4.1.5. Syllabus:

- Interaction of ions with matter (cross sections, energy deposition, ion range).
- Interaction of neutrons with matter (elastic and inelastic scattering, capture and other reactions).
- Damage in materials (displacements, collision cascades, point defects, extended defects).
- Radiation induced microstructural changes in metals and ceramics.
- Nuclear materials used in fission and fusion reactors and for radioactive waste storage.

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

Os conteúdos programáticos cobrem os conceitos importantes associados aos problemas no domínio da UC. A primeira parte (Interação da radiação com a matéria) é geral, para permitir a compreensão dos detalhes técnicos da segunda parte (danificação por radiação).

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

The syllabus covers the important concepts associated with the problems in the domain of the UC. The first part

(interaction of radiation with matter) is general to enable the understanding of the technical details of the second part (on radiation damage).

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exame
Aulas teóricas, para aquisição guiada de conceitos. Aulas de problemas, para demonstrar e desenvolver aplicações.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Exam
Theoretical classes for guides training in the concepts. Problem classes for illustration and development of applications.

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
As metodologias de ensino combinam tanto a formação teórica guiada como o trabalho pessoal, essenciais para o desenvolvimento do conhecimento e capacidade de análise e diagnóstico quantitativo de materiais.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies combine both guided theoretical training and personal work essential for the development of the knowledge and skills of quantitative analysis and diagnostic of materials.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
- An Introduction to Nuclear Materials, KL Murty and I Charit, 2013, Wiley, Weinheim

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
- Ion-Solid Interactions: Fundamentals and Applications, M. Nastasi, J.W.Mayer, J.K.Hirvonen, 1996, Cambridge University Press

Mapa XIV - Reatores Nucleares

10.4.1.1. Unidade curricular:
Reatores Nucleares

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
A indicar pela área científica de Física de Partículas e Física Nuclear

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
A indicar pela área científica de Física de Partículas e Física Nuclear

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A unidade curricular tem como objetivo fornecer os conhecimentos fundamentais sobre os aspetos físicos, ambientais e económicos dos reatores nucleares de cisão e a evolução tecnológica nas sucessivas gerações dos mesmos, bem como a capacidade de análise, mitigação de riscos, e a inovação no setor.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The main objective is to provide working knowledge on the physical, environmental and economical aspects of nuclear fission reactors, as well as on their technological evolution through successive generations. Another objective is to provide skills for analysis, risk mitigation and innovation in the sector.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:
I REATORES DE CISÃO
Princípios de funcionamento; Ciclo do combustível nuclear; Princípios de segurança nuclear; Tipos e evolução de reatores.
II ASPETOS AMBIENTAIS
Emissões radioativas em funcionamento normal e seu impacto; emissões em caso de acidente e seu impacto; Acidentes de Three Mile Island, Chernobyl e Fukushima
III ASPETOS ECONÓMICOS
Estrutura de custos numa central nuclear; Custos do ciclo de combustível; Custo do desmantelamento de reatores.

10.4.1.5. Syllabus:

I FISSION REACTORS
Physical working principles; Nuclear fuel cycle; Nuclear safety principles; Types and evolution of fission reactors.
II ENVIRONMENTAL ASPECTS
Routine radioactive releases and their impact; Radioactive releases during accidents and their impact; Accidents in Three Mile Island, Chernobyl and Fukushima.
III ECONOMICAL ASPECTS
Cost structure in a nuclear power plant; Nuclear fuel costs; Decommissioning costs.

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

Os conteúdos programáticos cobrem as três vertentes fundamentais da temática: conceitos e princípios físicos, o impacto ambiental e os aspetos económicos. Os estudantes ficam assim aptos a conhecer e a intervir no domínio.

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

The syllabus covers the three main issues of the subject: The fundamentals and underlying physics principles, the environmental consequences and the economical aspects. The students acquire therefore the knowledge and skills to intervene and innovate in the area.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame.
Aulas teóricas. Aulas práticas. Análise de casos de estudo.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exam.
Theoretical classes. Problem classes. Analysis of case studies.

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

As aulas teóricas fornecem os conhecimentos e conceitos básicos. As aulas de problemas desenvolvem a capacidade de analisar situações. O exame testa o sucesso do processo de aprendizagem e avalia a capacidade de resolver problemas.

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

The theoretical classes give the basic knowledge and concepts. The problem classes develop the skills for analysis of applications. The exam tests the success of the training and evaluates the capacity of solving problems.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
- Fundamentals of Nuclear Reactor Physics, E.E. Lewis, 2008, Academic Press,
ISBN 978-0123706317
- Nuclear Energy on the 21st Century, 3rd Ed, I. Hore-Lacy, 2012, World Nuclear University Press, ISBN 978-0955078453

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
- The Nuclear Fuel Cycle: From Ore to Waste, P.D. Wilson,1996, Oxford University Press, ISBN 978-0198565406
- L'Économie de l'Énergie Nucléaire, E. Bertel, G. Naudet, 2004, EDP Sciences, ISBN 2-86883-691-7.

Mapa XIV - Tecnologia Nuclear e de Física de Partículas

10.4.1.1. Unidade curricular:

Tecnologia Nuclear e de Física de Partículas

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

A indicar pela área científica de Física de Partículas e Física Nuclear

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

A indicar pela área científica de Física de Partículas e Física Nuclear

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- Fornecer e consolidar conhecimentos essenciais para compreender toda a cadeia de deteção, aquisição e processamento de partículas.

- Aprofundar conhecimentos na área dos sistemas de deteção, fornecendo competências necessárias para a otimização e desenvolvimento de novos detetores e sistemas integrados de aquisição e processamento de dados, para aplicações científicas e desenvolvimento tecnológico em várias áreas, como ambiente, saúde e novos materiais.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To obtain knowledge and skills essential to understand the chain of detection, signal acquisition and processing, of particles.

To optimize and develop new integrated systems for detection and data processing for scientific applications and technological development in different areas, as in the environment, health and new materials sectors.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

I. Interação da radiação na matéria

Partículas pesadas carregadas; Eletrões; Fotões; Neutrões; perda de energia por ionização e radiação; poder de travagem;

II. Características dos Detetores

Sensiblidade, Eficiência, Resolução em energia, tempo morto. Medição de posição, Medição de velocidade, energia, momento.

III. Estágio em ambiente tecnológico.

10.4.1.5. Syllabus:

I. Interaction of radiation with matter.

Heavy charged particles, electrons, photons, neutrons, loss of energy through ionization and radiation, stopping power.

II. Characteristics of detectors.

Sensitivity, efficiency, energy resolution, dead time. Measuremement of velocity.energy, linear moment.

III. Internship in technological environment.

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os conteúdos programáticos cobrem os conceitos importantes para os métodos e instrumentação de deteção, aquisição e processamento de partículas. O estágio desenvolve as competências de desenvolvimento e inovação, através de atividades aplicadas em uma ou mais áreas de hand-on.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus covers the important concepts associated to particle detection, signal acquisition and processing methods and devices . The internship hours provide the hand-on training in one or more of the specific applications required for development and innovation skills.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Teste/Exame (60%).

Relatórios de estágio (40%).

Aulas teóricas, para aquisição guiada de conceitos e discussão de problemas usuais e atuais no domínio da UC.

Estágio em ambiente tecnológico, para desenvolvimento de projeto.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Test/Exam (60%).

Report on internship (40%).

Theoretical classes for acquisition of concepts and discussion of usual and present issues in the domain of the UC.

Internship in technological environment for development of project.

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

A combinação de um treino sólido, nos aspetos essenciais da UC, nas aulas teóricas com o contacto e supervisão próxima por especialistas, permitem a aquisição das capacidades requeridas.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The combination of a solid background on the essential aspects of the domain of the UC from the theoretical classes together with contact and close guidance from experts enable the training of the requires skills.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
- Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, W.R. Leo, 1994, Springer-Verlag, ISBN 0-387-57280

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
- Principles of Radiaton interaction in Matter and Detection, Claude Leroy and Pier-Giorgio Rancoita, 2004, World Scientific

Mapa XIV - Proteção Radiológica e Dosimetria

10.4.1.1. Unidade curricular:
Proteção Radiológica e Dosimetria

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
A indicar pela área científica de Física de Partículas e Física Nuclear

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
A indicar pela área científica de Física de Partículas e Física Nuclear

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Fornecer conhecimentos e competências em:
- Proteção e Segurança Radiológica (PSR), nas várias aplicações (resíduos radioativos, radioatividade ambiente, dosimetria, radiobiologia, metrologia) nos setores da Saúde, Indústria, Ambiente, Energia, Serviços, etc.
- Efeitos biológicos das radiações ionizantes;
- Dosimetria – medição, cálculo e avaliação de doses de radiação ionizante – nas aplicações médicas e industriais.
Fornecer capacidade de abordagem à PSR, baseada na perceção, avaliação e comunicação do risco radiológico, utilizando estudos epidemiológicos.
Discutir "case studies" de Proteção e Segurança Radiológica e Dosimetria, nas aplicações médicas e industriais das radiações ionizantes.
Familiarizar os alunos com os aspetos
- operacionais da Proteção Radiológica e Dosimetria, sistemas e equipamentos de monitorização e deteção de radiações.
- computacionais e de modelação em Proteção Radiológica e Dosimetria.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To give knowledge, skills and competences in Radiological Protection and Safety (RPS) on
- the different applications sectors (radioactive waste, environmental radioactivity, dosimetry, radiobiology, metrology) of ionizing radiation in the sectors of Healthcare, Industry, Environment, Energy, Services, etc.;
- the biological effects of ionizing radiation;
- the measurement, assessment and computation of doses – in the medical and industrial applications.
To develop skills for radiological risk- based approach (including risk perception, risk assessment and risk communication) to RPS, using radiation epidemiology studies.
To analyze and discuss case studies related to Radiological Protection, Safety and Dosimetry, in the medical and industrial applications.
To get the students familiar with
-operational aspects of Radiological Protection and Dosimetry, radiation monitoring equipment and detection systems;
-computational and modeling issues in Radiological Protection and Dosimetry.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:
Relação risco radiológico versus dose.
Perceção e avaliação do risco radiológico.
Conceitos de Epidemiologia das Radiações, Estudos epidemiológicos.
Efeitos biológicos das radiações ionizantes: Processos físicos, químicos, bioquímicos, biológicos.
Tópicos associados à Gestão de Resíduos Radioativos.
Tópicos associados à Radioatividade Ambiente.
Aspetos de PSR em Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear, Procedimentos de Intervenção, Radioterapia.
Aspetos de PSR na utilização de fontes radioativas, feixes de radiação e aceleradores de partículas na indústria.
Dosimetria das aplicações médicas: Equipamentos produtores de radiação, incorporação (administração) de substâncias radioativas (radiofármacos e radionuclidos), Métodos de medição, avaliação e cálculo de dose. Discussão baseada em "case studies".
Aspetos de modelação e simulação em Proteção Radiológica e Dosimetria.
Aspetos operacionais de Proteção Radiológica: Sistemas de monitorização e deteção.

10.4.1.5. Syllabus:

Risk versus dose relationship, evaluation of radiological risk.
Concepts of Radiation Epidemiology. Epidemiological studies.
Biological effects of ionizing radiation: Physical, Chemical, biochemical and biological processes.
Radioactive Waste Management (selected RPS topics).
Environmental Radioactivity (selected RPS topics).
RPS issues in Radiodiagnostic, Nuclear Medicine, Interventional procedures, Radiotherapy.
Dosimetry of the medical applications: equipment Intake/administration of radionuclides and radiopharmaceuticals.
Methodologies for measurement, assessment and computation of dose. Discussion of case studies.
Modeling and simulation issues in Radiological Protection and Dosimetry.
Operational Radiation Protection issues: radiation monitoring and detection systems.

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os conteúdos programáticos cobrem os conceitos importantes associados aos problemas no domínio da UC e geram conhecimentos, atitudes e capacidades profissionais na área.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus covers all the important concepts associated to the problems in the domain of the UC and gives the knowledge, professional attitudes and competences of professionals in the area.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalho escrito sobre tópico de Proteção Radiológica e Dosimetria (70%).
Exame (30%).
Aulas teóricas tradicionais. Aulas de laboratório e problemas, para modelação e simulação. Aulas de seminário inovadoras.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Written paper on a specific topic of Radiological Protection and Dosimetry (70%).
Final Exam (30%).
Traditional theoretical classes. Laboratory and problem classes for modeling and simulation problems. Innovative seminar classes.

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

As aulas teóricas fornecem os conceitos e o enquadramento de problemas. As aulas de problemas e laboratório fornecem competências de modelação e simulação. As aulas de seminário são o espaço para discussão de casos de estudo e contacto com profissionais experientes.
O trabalho a apresentar desenvolve a capacidade de autonomia e pesquisa.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The theoretical classes provide the concepts and the framework of the problems. The problem and laboratory classes provide the skills of modeling and simulation. The seminar classes provide discussion of study cases and contact with experienced professionals.
The written paper develops skills for autonomy and research.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Atoms, Radiation, and Radiation Protection" (3rd edition), James E. Turner, 2007, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co
- Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, Frank Herbert Attix , 2004, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co
- Radiation Protection: A Guide for Scientists, Regulators and Physicians" (4th edition), Jacob Shapiro 2002, Harvard University Press
- ICRP – "International Commission for Radiological Protection"
- AIEA – "International Atomic Energy Agency"
- UNSCEAR – "United Nations Scientific Commission for the Effects of Atomic Radiation".

Mapa XIV - Física dos Plasmas Avançada

10.4.1.1. Unidade curricular:

Física dos Plasmas Avançada

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
A indicar pela área científica de Física dos Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
A indicar pela área científica de Física dos Plasmas, Lasers e Fusão Nuclear

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Formação teórica avançada em física de plasmas, aprofundando temas da cadeira "Física e Tecnologia dos Plasmas"; relevância para astrofísica, física do espaço e plasmas de laboratório. Ênfase em instabilidades fluidas e cinéticas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Advanced topics in plasma physics, furthering the knowledge gained in the course "Plasma Physics and Technology"; relevant to astrophysics, space physics and laboratory plasma. Emphasis on fluid and kinetic instabilities.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:
I. Dinâmica de plasmas MHD: reconexão magnética, turbulência, dínamos, choques, instabilidades: modos tearing e Kelvin-Helmholtz.
II. Modelos de fluido avançados: equações de Braginskii e equações simples de dois fluidos.
III. Instabilidade dois-feixes, ondas de deriva, ondas iónicas acústicas não-lineares (equação de Korteweg-DeVries), ondas de Langmuir não-lineares (equações de Zakharov), instabilidades paramétricas.
IV. Teoria Cinética de plasmas: ondas de Langmuir, amortecimento de Landau, instabilidade 'bump-on-tail', instabilidade acústica iónica, modos de Case-van Kampen.
V. Turbulência fraca: teoria quasi-linear, scattering induzido, interações onda-onda.

10.4.1.5. Syllabus:
I. MHD plasma dynamics: magnetic reconnection, turbulence, dynamos, shocks, instabilities: tearing mode and Kelvin-Helmholtz.
II. Advanced fluid models: Braginskii equations, simple two fluid equations.
III. Two stream instability, drift waves, nonlinear ion-acoustic waves (Korteweg-DeVries equation), Nonlinear Langmuir waves (Zakharov equations), parametric instabilities.
IV. Kinetic theory: Langmuir waves, Landau damping, bump-on-tail instability, ion acoustic instability, Case-van Kampen modes.
V. Weak turbulence: quasi-linear theory, induced scattering, wave-wave interactions.

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
A UC desenvolve e aprofunda vários tópicos e aplicações da Física dos Plasmas, numa continuação natural da UC de Física e Tecnologia dos Plasmas. Com efeito, pode ser vista como uma UC de "Física e Tecnologia dos Plasmas II". São fornecidas as bases teóricas e os conceitos fundamentais de vários tópicos avançados, passando por exemplos de aplicação, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua formação em Física e Engenharia dos Plasmas.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
This CU develops in depth several topics and applications of Plasma Physics, in a natural continuation of the CU of Plasma Physics and Technology.As a matter of fact, it can be seen as a "Plasma Physics and Technology II" course. It presents the theoretical bases and the fundamental concept of several advanced topics, including as well examples of applications. This allows the student to review and strengthen previous knowledge, as well as to acquire new knowledge essential to his formation in Plasma Physics and Engineering.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O ensino é feito essencialmente através de exposição oral em aulas teóricas, sendo a resolução de exercícios práticos realizada em trabalhos de casa, que constituem uma componente importante da avaliação (40%). São incluídos na lecionação seminários de vários especialistas trabalhando na área, exteriores à UC, para aprofundamento de temas e promover o envolvimento dos alunos com trabalho efetivamente em curso e com os grandes projetos internacionais. A avaliação inclui ainda um exame final individual (60%), para promover o trabalho autónomo e melhor distinguir o desempenho de cada estudante.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
The teaching involves essentially oral exposition in theoretical lectures, while resolution of practical exercises is made as homework assignments, which constitute an important component of the evaluation procedure (40%). In addition,

there are several seminars from specialists working on the field, to allow a thorough discussion of specific topics and promote the involvement of students with ongoing work and with the large international projects. The evaluation includes as well an individual exam (60%), to promote autonomous work and to allow a better distinction of the performance of each student.

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

Os métodos de ensino garantem uma sólida formação em Física e Engenharia dos Plasmas, sendo possível aos alunos identificar desafios, compreender os problemas e propor soluções usando diferentes técnicas. Vários tipos de metodologias de aprendizagem são utilizados na UC: seminários de especialistas, trabalhos de casa e teste final. Os trabalhos de casa permitem trabalhar aprofundadamente alguns problemas específicos e promovem a cooperação entre os alunos, enquanto o exame final é individual, para estimular a interpretação de problemas exemplificativos dos conceitos lecionados, testando a capacidade do aluno de interpretar, criticar e resolver problemas.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodology provides a solid formation in Plasma Physics and Engineering, allowing the students to identify challenges, understand the problems and propose solutions using various techniques. Different types of teaching methodologies are explored: seminars from specialists, homework assignments and a final exam. The homework assignments allow working in depth some specific problems and promote the cooperation between students, while the written final exam is an individual proof that evaluates the student's ability to interpret, criticize and solve problems.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal/Main

- D. R. Nicholson, Introduction to Plasma Theory, John Wiley & Sons, 1983

Secundária/Secundary

- R. Fitzpatrick, Plasma Physics: an Introduction, Taylor & Francis, 2014

- R. Hazeltine and F. Waelbroeck, The framework of plasma physics, Perseus Books, 1998

Mapa XIV - RMN de Sistemas Parcialmente Ordenados

10.4.1.1. Unidade curricular:

RMN de Sistemas Parcialmente Ordenados

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

A indicar pela área científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

A indicar pela área científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular tem como objetivo a transmissão de conhecimento e de competências na área da ressonância magnética nuclear (RMN), aplicada a uma multiplicidade de sistemas físicos parcialmente ordenados, tais como cristais líquidos, polímeros, dendrímeros, elastómeros, etc., relacionados com aplicações tecnológicas e/ou sistemas biológicos. Nesta UC de caráter multidisciplinar, os alunos serão dotados com competências de caráter teórico e experimental, associadas à técnica designada por RMN do estado sólido, que lhes permitirão abordar com sucesso problemas de caracterização da ordem e dinâmica molecular em diferentes materiais importantes nos domínios da nanociência e da nanotecnologia, perspetivando uma visão complementar entre o conhecimento fundamental dos sistemas e o desenvolvimento de aplicações tecnológicas neles baseadas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course aims to the communication of knowledge and skills in the area of nuclear magnetic resonance (NMR) applied to a variety of partially ordered systems, such as liquid crystals, polymers, dendrimers, elastomers, etc., related to technological applications and biological systems. The goal of this course of multidisciplinary character is to grant the students with theoretical and experimental knowledge associated to the technique of Solid State NMR, which will help with the solution of problems related to the characterization of molecular ordering and dynamics of the studied systems, important in the areas of nanoscience and nanotechnology. It is intended to put into perspective a complementary view, joining fundamental knowledge of the systems and the development of their technological applications.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

1 Fundamentos de RMN
1.1 Introdução
1.2 Paramagnetismo nuclear
1.3 Movimento de spins livres. Eqs de Bloch
1.4 Hamiltoneano de spin nuclear
2. Espetroscopia. Teoria
2.1 Interações de spin
2.2 Movimento dos spins e espetros de RMN
2.3 RMN 1-D versus 2-D
2.4 Parâmetros de ordem, de dinâmica e de estrutura
3. Espetroscopia. Técnicas experimentais
3.1 Conceitos gerais
3.2 Sequências de impulsos
3.3 Ecos de spin
3.4 Espetros de alta resolução
4. Relaxação MN e dinâmica molecular. Teoria
4.1 Conceitos gerais
4.2 Taxas de relaxação
4.3 Mecanismos de relaxação
5. Relaxação MN e dinâmica molecular. Técnicas experimentais
5.1 Tempos de relaxação
5.2 RMN de campo cíclico rápido
5.3 Relaxometria com dependência angular
6. Aplicações experimentais
6.1 Espectroscopia RMN de materiais mesomórficos
6.2. Relaxometria RMN de materiais mesomórficos e sistemas complexos.
Laboratório
1 Ordem molecular
2 Dinâmica molecular

10.4.1.5. Syllabus:
1 Fundamentals of NMR
1.1 Introduction
1.2 Nuclear paramagnetism
1.3 Motion of free spins, Bloch equations
1.4 The nuclear spin Hamiltonian
2. NMR spectroscopy of anisotropic physical systems. Theory
2.1 Anisotropic Spin-Interactions
2.2 NMR spectra under the motion of the spins
2.3 1-D versus 2-D NMR
2.4 Determination of order, dynamical and structural parameters
3. NMR spectroscopy of anisotropic physical systems. Experimental
3.1 General concepts
3.2 Pulse sequences and the density matrix evolution.
3.3 Spin echoes
3.4 High resolution spectra
4. NMR relaxation and molecular dynamics. Theory
4.1 General concepts
4.2 Relaxation rates
4.3 Relaxation Mechanisms
5. NMR relaxometry and molecular dynamics. Experimental
5.1 Relaxation times
5.2 Fast field-cycling NMR
5.3 Angular dependent relaxometry
6. Applications
6.1 NMR spectroscopy of mesomorphic materials
6.2 NMR relaxometry of mesomorphic materials and complex systems.
Laboratory
1 Molecular order
2 Molecular dynamics

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticas da RMN de sistemas parcialmente ordenados. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e variados exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conteúdos e dos modelos teóricos, quer a sua aplicação em ambiente

laboratorial, o que permitirá consolidar a matéria de índole mais teórica. Será dado especial relevo à espectroscopia de RMN de materiais mesomórficos e à relaxometria de RMN de materiais mesomórficos e sistemas complexos.
Os trabalhos de laboratório incidirão sobre:
- ordem molecular por espectroscopia de RMN em sistemas parcialmente ordenados com diferentes mesofases;
- dinâmica molecular por relaxometria de RMN do protão, através da combinação de técnicas de RMN convencional e de campo cíclico rápido. Sistemas isótropos. Sistemas mesomorfos.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
This course presents the basic principles and practical applications of NMR of partially ordered systems, enhancing their understanding through laboratory applications. It is intended that students can manipulate these concepts and apply them by themselves. Special focus will be made on
NMR spectroscopy of mesomorphic materials and NMR relaxometry of mesomorphic materials and complex systems.
The theoretical and practical training is supplemented by the realization of laboratory experiments about the
- molecular order by NMR spectroscopy of partially ordered systems exhibiting different mesophases;
- molecular dynamics by NMR relaxometry, using conventional and fast field cycling proton NMR techniques. Isotropic systems. Mesomorphic systems.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Um exame final sobre a parte teórica do curso (50%). Uma componente de avaliação contínua (AVC), associada a trabalhos de laboratório (50%). A componente AVC resultará da apreciação dos relatórios, da apresentação oral dos trabalhos e do desempenho dos alunos. Serão tidos em conta os seguintes aspetos: i) Aquisição e compreensão dos conhecimentos; ii) Síntese e aplicação dos conhecimentos; iii) Participação e organização dos trabalhos; iv) Espírito crítico e criatividade.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
One final exam about the theoretical aspects of the course (50%). Continuous evaluation (CEV) associated with the experimental works in the laboratory (50%). The CEV will result from the reports, their oral presentation, and from the student's performance. The following aspects will be taken into account: i) Knowledge acquisition and understanding; ii) Synthesis and application of the knowledge; iii) Participation and organization of the experimental works; iv) Creativity and critical spirit.

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades no domínio da Ressonância Magnética Nuclear, aplicada aos sistemas parcialmente ordenados, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Assim, considera-se essencial a realização de trabalhos que permitam o confronto com problemas reais e complexos nesta área

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methods are designed so that students can develop a comprehensive understanding of the potential in the field of NMR, while ensuring compliance with the objectives of the course. Thus, it is considered essential that the work to develop will enable the confrontation with real and complex problems in this area.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
- Principles of Magnetic Resonance, Solid State Physics, Suppl. 1, Slichter, C. P., 1992, Springer-Verlag: Berlin/Germany
- The Principles of Nuclear Magnetism, Abragam, A , 1961, University Press: Oxford, England

- Dynamics: Basics of Nuclear Magnetic Resonance, Levitt, M. H. Spin, 2008, John Wiley & Sons
- In Adv. Magn. Reson, Redfield, A , 1965, Waugh, J. S., Ed., Vol. 1; Academic Press, New York
- Nuclear Spin Relaxation in Liquids: Theory, Experiments, and Applications, Kowalewski, J.; Maler, L , 2006, Taylor and Francis
- Tomography, Diffusometry, Relaxometry, Kimmich, R., NMR , 1997, Springer, Berlin
- Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions , R.R. Ernst, G. Bodenhausen, A. W , 1987, Clarendon Press, Oxford
- Principles of Nuclear Magnetic Resonance Microscopy , Callaghan, P., 1991, University Press: Oxford, England
- Nuclear Magnetic Resonance of Liquid Crystals, 2nd edn , Dong, R., 1997, Springer-Verlag, New York

Mapa XIV - Métodos de Caracterização em Física de Estado Sólido

10.4.1.1. Unidade curricular:
Métodos de Caracterização em Física de Estado Sólido

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
A indicar pela área científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
A indicar pela área científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introdução aos princípios físicos e métodos usados na caracterização de materiais. Revisão das propriedades estruturais e funcionais dos materiais (metais, semicondutores, magnéticos, isoladores) e das técnicas usadas na sua caracterização. Descrição de técnicas avançadas de imagem e mapeamento de superfícies, aplicadas na caracterização de filmes finos e nanoestruturas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Introduction to the physical principles and methods used in material characterization. Review of the structural and functional properties of materials (metals, semiconductors, magnets, oxides), and techniques used for their characterization. Overview of the imaging and mapping technologies for thin films and nanostructure characterization.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:
1.Revisão das propriedades de materiais sólidos. Física das superfícies e interfaces.
2.Técnicas de caracterização. Descrição de infraestruturas especializadas.
3.Microscopia: ótica, SEM, TEM e HRTEM.
4.Caracterização elétrica de materiais. Caracterização à nanoescala. Resistência de contacto. Magnetoresistência.
5.Caracterização ótica. Tecnologias e aplicações na caracterização das propriedades intrínsecas.
6.Caracterização magnética. Tecnologias e aplicação em filmes ultrafinos e nanoestruturas. Medição do momento magnético, magnetização e domínios magnéticos.
7.Caracterização com feixes de iões. Interações iões-sólido. Técnicas nucleares. Perfis de composição, estrutura atómica e interfaces.
8.Caracterização com métodos de ressonância. Aplicações da ressonância ferromagnética.
9.Técnicas avançadas de caracterização em condições extremas.
10.Sistemas de imagem para caracterização de superficies de filmes finos e nanoestruturas: varrimento com sonda, AFM e MFM.

10.4.1.5. Syllabus:
1.Review of the basic structural and functional characterization of solids. Physics of surfaces and interfaces.
2.Materials characterization techniques. Advanced laboratory facilities.
3.Microscopy: optical, SEM, TEM and HRTEM.
4.Electrical characterization of materials. Electrical properties at the nanoscale. Contact resistance. Magnetoresistance.
5.Optical characterization. Technologies and application to the detection of intrinsic properties.
6.Magnetic characterization. Technologies and application to ultrathin films and nanostructures. Measurement of magnetic moment, magnetization and magnetic domain structures.
7.Characterization by ion beams. Fundamentals of Ion-solid interactions. Nuclear techniques. Depth profiles of material composition, atomic structure and interfaces.
8.Characterization using resonance methods.
9.Characterization under extreme conditions.
10.Imaging systems for thin films and nanostructures surface characterization: scanning probe, AFM and MFM.

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos programáticos desta UC incidem sobre os aspetos teóricos e laboratoriais avançados dos Métodos de Caracterização em Física de Estado Sólido. Proporcionam, assim, um todo consistente de informação, abrindo ainda perspetivas para a prossecução de atividades de investigação neste domínio.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus of this course focus on the theoretical and laboratory aspects of advanced characterization methods in Solid State Physics. They provide, therefore, consistent information throughout, even opening up prospects for the continuation of research activities in this field.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Projeto experimental, baseado numa técnica avançada para caracterização de materiais (20%). Experiências laboratoriais de caracterização de materiais (60%). Teste (20%).

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Experimental Project related to one technique for advanced material characterization (20%). Laboratories for material characterization (60%). Test (20%).

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Neste sentido, considera-se essencial a realização de trabalhos que permitam o confronto com problemas reais e complexos nesta área.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methods are designed so that students can develop a comprehensive understanding of the potential in this field, while ensuring compliance with the objectives of the course. Thus, it is considered essential that the work to develop will enable the confrontation with real and complex problems in this area.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
- Characterization of Materials (2nd edition), 2012, John Wiley and Sons, Inc
online ISBN: 9780471266969.
- Oxford Handbook of Nanoscience and Technology: Volume 2: Materials: Structures, Properties and Characterization Techniques, AV Narlikar, YY Fu, 2010, Oxford University Press

BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
- Encyclopedia of Materials Characterization: Surfaces, Interfaces, Thin Films, Editors C. R. Brundle, Charles A. Evans, Shaun Wilson, 1992, Publisher Gulf Professional Publishing, ISBN 0750691689, 9780750691680
- In-situ Materials Characterization: Across Spatial and Temporal Scales, Vol. 193, Ziegler, A., Graafsma, H., Zhang, X.F., Frenken, J.W.M. (Eds.), 2014, Springer Series in Materials Science, ISBN 978-3-642-45152-2.
- Electronic Materials: Science and Technology, Shyam P.Murarka and Martin C.Peckerar, 1989, Academic Press, Inc.

Mapa XIV - Física e Tecnologia dos Materiais Magnéticos

10.4.1.1. Unidade curricular:
Física e Tecnologia dos Materiais Magnéticos

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
A indicar pela área científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
A indicar pela área científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Introdução ao magnetismo e materiais magnéticos, desde princípios fundamentais à integração em microssistemas. Física dos filmes finos e heteroestruturas magnéticas e desafios tecnológicos para integração em nanoeletrónica. Princípios básicos em ressonância magnética nuclear e aplicações tecnológicas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Introduction to magnetism and magnetic materials. From basic principles to integration in microsystems. Physics of thin film magnetic materials and technological challenges for application in nanoelectronics. Magnetic resonance: principles and technological applications.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:
1. Introdução: Magnetismo e histerese. Momento dipolar magnético. Campos magnéticos e de indução magnética: energia e força magnetostática.
2. Ferromagnetismo e acoplamento de troca: teoria do campo médio. Interações de troca. Magnetismo de estrutura de bandas. Anisotropia. Temperatura de blocking.
3. Micromagnetismo, domínios e histerese: Energia micromagnética. Teoria de domínios magnéticos.
4. Nanoestruturas magnéticas: comprimentos característicos. Heteroestruturas baseadas em filme fino. Nanopartículas magnéticas.
5. Magnetos fortes e macios: materiais, propriedades e aplicações.

6. Ressonância Magnética: ressonância ferromagnética, ressonância magnética nuclear.
7. Tecnologias baseadas em materiais magnéticos: dimensionamento e integração em dispositivos funcionais.
8. Sistemas avançados: experiências de ressonância magnética nuclear em chip.
9. Aplicação de sistemas magnéticos em biologia e medicina.

10.4.1.5. Syllabus:
1. Introduction: Magnetism and hysteresis. Magnetic dipole moment. Magnetic fields. Magnetostatic energy and forces.
2. Ferromagnetism and exchange: Mean field theory. Exchange interactions. Band magnetism. Anisotropy. Blocking temperature.
3. Micromagnetism, domains and hysteresis: Micromagnetic energy. Domain theory.
4. Magnetic nanostructures: Characteristic length scales, Thin-film heterostructures. Magnetic nanoparticles.
5. Strong magnets and soft magnets: materials, properties and applications.
6. Magnetic resonance: Ferromagnetic resonance, Nuclear magnetic resonance.
7. Technology of magnetic materials: design and integration in functional devices.
8. Advanced systems: NMR integration in a chip.
9. Application of magnetism in biology and medicine.

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos programáticos desta UC incidem sobre os aspetos teóricos e laboratoriais atuais sobre Física e Tecnologia dos Materiais Magnéticos. Proporcionam, ao aluno, um todo consistente de informação, abrindo ainda perspetivas para a prossecução de atividades de investigação neste domínio.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus of this course focus on the theoretical and laboratory aspects of current Physics and Technology of Magnetic Materials, providing consistent information to the student, and opening up prospects for the continuation of research activities in this field.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Séries de problemas para trabalho de casa (30%). Projeto relacionado com uma aplicação tecnológica, baseada em materiais magnéticos (40%). Laboratórios (30%).

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Series of homework problems (30%). Project related to one technological application based on magnetic materials (40%). Laboratories (30%).

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Assim, considera-se essencial a realização de trabalhos que permitam o confronto com problemas reais e complexos nesta área.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methods are designed so that students can develop a comprehensive understanding of the potential in this field, while ensuring compliance with the objectives of the course. Thus, it is considered essential that the work to develop will enable the confrontation with real and complex problems in this area.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
- Magnetism and Magnetic Materials , J.Coey, 2009, Cambridge University Press, ISBN-13 978-0-511-67743-4.
BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
- Modern magnetic materials, principles and applications, Robert C O´Handley, 2000, John Wiley and Sons.
- Magnetoelectronics, Mark Johnson (ed), 2003, Elsevier Academic Press.

Mapa XIV - Complementos de Física da Matéria Condensada

10.4.1.1. Unidade curricular:
Complementos de Física da Matéria Condensada

10.4.1.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
A indicar pela área científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
A indicar pela área científica de Física da Matéria Condensada e Nanotecnologias

10.4.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O objetivo da disciplina é apresentar conhecimentos complementares na área de Física da Matéria Condensada. Na primeira parte, é apresentada a estrutura eletrónica dos sólidos, tendo como objetivo calcular as propriedades dos materiais, partindo das equações da mecânica quântica. Será dada grande ênfase à capacidade de os alunos usarem esses métodos para calcular propriedades de materiais em casos simples.
Na segunda parte da disciplina, discutem-se transições de fase em sistemas clássicos e quânticos. Caracterização e estudo de transições de fase clássicas e quânticas. Caracterização e estudo de fenómenos críticos. Desenvolvimento da capacidade de resolução analítica, numérica ou computacional de problemas no âmbito da disciplina.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The objective of this course is to present complementary knowledge in the area of Condensed Matter Physics. In the first part the electronic structure of solids is considered having as goal to calculate material properties having quantum mechanical equations as starting point. Great emphasis will be given to the ability of the students to use thee methods to calculate properties of materials. In the second part classical and quantum phase transitions are discussed. Characterization and study of classical and quantum transitions is a goal as tha characterization of critical phenomena. Also, to develop the ability of analytica, numeric and computational solution of problems in the context of the material covered.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:
I. Teoria da funcional da densidade. Potenciais efetivos.
II. Métodos de estrutura de bandas. Ondas-planas, orbitais localizadas e funções aumentadas. Aplicação ao silício e aos metais de transição.
III. Breve introdução aos métodos computacionais de "muitos-corpos" em sólidos.
IV. Transições de fase clássicas e quânticas. Condições de equilíbrio termodinâmico. Equação de van der Waals. Teoria das transições de fase de Landau (revisão).
Critério de Ginzburg. Expoentes críticos, dimensões criticas superiores e inferiores.
Teorema de Mermin-Wagner. Mecanismo de Goldstone. Mecanismo de Higgs.
V. Grupo de renormalização
Scaling, universalidade e homogeneidade. Teoria de Kadanoff. Grupo de renormalização de Wilson. Expansão epsilon para a teoria phi-4
VI. Transição de Kosterlitz-Thouless
VII. Transições de fase quânticas
Expoentes dinâmicos. Ferramentas da teoria de informação quântica: entanglement e fidelity.

10.4.1.5. Syllabus:
I. Density functional theory. Effective potentials.
II. Band structure methods. Plane-waves, localized orbitals and augmented wavefunctions. Application to silicon and to transition metals.
III. Brief introduction to computational many-body methods in solids.
IV. Classical and quantum phase transitions. Conditions for thermodynamic equilibrium. Van der Waals equation. Landau theory of phase transitions (revision). Ginzburgcriterium. Critical exponents, upper and lower critical dimensions. Mermin-Wagner theorem. Goldstone mechanism. Higgs-Anderson mechanism.
V. Renormalization group.
Scaling, universality and homogeneity. Kadanoff theory. Wilson renormalization group method. Epsilon expansion and phi-4 theory.
VI. Kosterlitz-Thoulesstransition.
VII. Quantum phase transitions.Transições de fase quânticas
Dynamical exponents. Quantum information: entanglement and fidelity and phase transitions.

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos programáticos desta UC incidem sobre aspetos avançados no âmbito da física da matéria condensada, bem como sobre as ferramentas usualmente mais aplicadas na resolução de problemas nesta área, incluindo as de índole computacional. Proporcionam, assim, um todo contínuo de informação, abrindo ainda perspetivas para a prossecução de atividades de investigação neste domínio.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus of this course focus on advanced aspects within the condensed matter physics, as well as the tools most commonly applied in solving problems in this area, including those of computational nature. They provide thus a continuous whole of information, even opening up prospects for the continuation of research activities in this field.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exame final 40%, trabalho para casa 30%, pequeno projeto 30%.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Final exam 40%, homework 30%, small project 30%.

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Assim, considera-se essencial a realização de trabalhos que permitam o confronto com problemas reais e complexos nesta área.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methods are designed so that students can develop a comprehensive understanding of the potential in this field, while ensuring compliance with the objectives of the course. Thus, it is considered essential that the work to develop will enable the confrontation with real and complex problems in this area.

10.4.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL / MAIN BIBLIOGRAPHY
- Electronic Structure, Richard M. Martin, 2004, ISBN 0-521-78285-6
- Statistical Mechanics, K. Huang, 1987, John Wiley & Sons, New York
- Principles of Condensed Matter Physics, P. Chaikin e T.C. Lubenski, Cambridge University Press
BIBLIOGRAFIA SECUNDÁRIA / SECONDARY BIBLIOGRAPHY
- Teoria Quântica de Moléculas e Sólidos, J.D.M. Vianna, A. Fazzio, S. Canuto, 2004, ISBN 85-88325-16-0
- Electronic Structure and the Properties of Solids, W.A. Harrison, 1980, ISBN 0-486-66021-4
- Lectures of Phase Transition and the Renormalization Group, Frontiers in Physics, N. Goldenfeld, 1992, Perseus Books
- Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena, H. E. Stanley, 198, Oxford University Press
- Statistical Mechanics, R. K. Pathria, 1996, Butterworth Heinemann
- Modern Theory of Critical Phenomena, S. K. Ma, Westview Press
- An introduction to lattice gauge theory and spin systems, J. B. Kogut, 1979, Rev. Mod. Phys. 51, 659–713