

NCE/19/1901032 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade Nova De Lisboa

1.1.a. Outra(s) Instituição(ões) de Ensino Superior (proposta em associação):

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)

1.2.a. Outra(s) unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação):

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Engenharia Física

1.3. Study programme:

Engineering Physics

1.4. Grau:

Licenciado

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Física

1.5. Main scientific area of the study programme:

Physics

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):

441

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:

529

1.6.3 Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:

<sem resposta>

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

180

1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto):

3 anos (6 semestres)

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):

3 years (6 semesters)

1.9. Número máximo de admissões:

40

1.10. Condições específicas de ingresso.

Provas de Ingresso:**Provas específicas:**

19 Matemática A

07 Física e Química

Classificação mínima na(s) prova(s) específica(s): 95/200^[1]_{SEP}Classificação mínima na candidatura: 95/200^[1]_{SEP}**Fórmula de ingresso:**60% da classificação final do Secundário^[1]_{SEP} 40% da classificação final na(s) prova(s) específica(s)**1.10. Specific entry requirements.****Specific exams:**

19 Mathematics A

07 Physics and Chemistry

Application mark: 95 / 200

Admission examination: 95 / 200

Computation Rule:^[1]_{SEP}

Secondary School Grade Average: 60% Admission examinations: 40%

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

n.a.

1.11.1. If other, specify:

n.a.

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):[1.13._Reg.459-2020_creditação de competencias_11-05-2020.pdf](#)**1.14. Observações:**

Este curso resulta da reformulação do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Física imposta pelo Decreto-Lei n.º 65/2018 de 16 de agosto. Salvaguardando as adaptações necessárias, trata-se da adequação a um curso de Licenciatura e um outro de Mestrado.

Propõe-se um aumento do anterior número máximo de 25 para 40 admissões para o MIEF, face à elevada procura dos últimos anos (cf 9.2) e justificado ao abrigo do Despacho n.º 5036-A/2018 do Gabinete do Ministro da Ciência Tecnologia e Ensino Superior, publicado em DR n.º 97/21, maio de 2018. Trata-se de um ciclo de estudos na área da Física, área para a qual esse Despacho estimula que se privilegie uma afectação de vagas que conduza a um aumento de oferta formativa e número de ciclos de estudo. Nesse mesmo despacho pode ler-se no artigo 18.º que os limites máximos de vagas que em 2018 sofreram uma redução de 5% (n.º 1 e 2 do artigo 5.º) podem ser ultrapassados por todas instituições de ensino superior (nomeadamente em Lisboa) quando isso suceda em virtude do aumento de vagas em ciclos de estudos da área da Física.

1.14. Observations:

This course results from the reformulation of the Integrated Master's course in Physics Engineering imposed by Decree-Law No. 65/2018 of 16 August. Safeguarding the necessary adaptations, it is about adapting to a Bachelor's degree and another Master's degree.

It is proposed to increase the previous maximum number from 25 to 40 admissions to the MIEF, in view of the high demand in recent years (cf 9.2) and justified under Order No. 5036-A / 2018 of the Office of the Minister of Science and Technology and Higher Education, published in DR n.º 97/21 May 2018. This is a cycle of studies in the field of Physics, an area for which this Order encourages the allocation of vacancies that leads to an increase in training offer and number of study cycles. In that same order it can be read in article 18 that the maximum vacancy limits that in 2018 suffered a 5% reduction (paragraphs 1 and 2 of article 5) can be exceeded by all higher education institutions (namely in Lisbon) when this happens due to the increase of vacancies in study cycles in the area of Physics.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

2.1.1. Órgão ouvido:

Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Despachos Reitorais adaptacao assinados pelo Reitor_08-05-2020 9_LEF.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico da FCT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCT NOVA

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Dec_CC_LEF.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da FCT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FCT NOVA

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Dec_CP_LEF.pdf](#)

Mapa I - Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia Física

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Plano de Creditação_MIEF.pdf](#)

3. Âmbito e objetivos do ciclo de estudos. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

A Licenciatura proposta proporciona formação em questões fundamentais relacionadas com a física moderna e respetivas aplicações tecnológicas, e permite desenvolver competências de resolução de problemas transponíveis para o tecido empresarial e industrial. O ciclo de estudos está estruturado no sentido de:

- fornecer conhecimentos específicos essenciais ao exercício de uma profissão de engenharia transversal, com ênfase na física moderna;*
 - promover a compreensão dos conceitos, sua aplicação e análise;*
 - estimular o desenvolvimento de uma postura crítica e de autonomia criativa na área;*
 - fornecer a indispensável articulação entre conhecimentos adquiridos e necessidades do mercado de trabalho;*
 - fomentar capacidades de trabalho de equipa, liderança e empreendedorismo com elevado grau de autonomia.*
- A lecionação é feita em perspetiva CTS-A (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), no sentido de formar os profissionais do futuro preocupados com o desenvolvimento sustentável do planeta.*

3.1. The study programme's generic objectives:

he proposed degree provides students with the opportunity to learn about fundamental issues related to modern physics, and their technological applications, and allows them to develop problem solving skills that can be transposed to the business and industrial fabric. This cycle of studies is structured to:

- provide specific knowledge essential to the exercise of a transversal engineering profession, with emphasis on modern physics*
 - promote understanding of concepts, their application and analysis*
 - encourage the development of a critical posture and creative autonomy in the area of knowledge of the course*
 - provide the indispensable link between the knowledge acquired and the needs of the labor market*
 - foster the skills of team work, leadership and entrepreneurship with a high degree of autonomy.*
- The teaching is done in a CTS-A (Science, Technology, Society and Environment) perspective, in order to train future professionals concerned with the sustainable development of the planet.*

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

O Engenheiro Físico é um profissional que atua no domínio da Física e da Engenharia, particularmente nas áreas da física moderna e de grande impacto tecnológico. As valências adquiridas pelo Engenheiro Físico proporcionam-lhe as

seguintes capacidades:

- Conceber soluções através da aplicação do conhecimento técnico e científico para a planificação, construção, utilização e manutenção de estruturas, máquinas e sistemas para o benefício da sociedade;
- Projetar e conduzir experiências científicas e interpretar os respetivos resultados;
- Aplicar conhecimentos científicos, matemáticos e tecnológicos na investigação e no processo de engenharia aplicado à deteção e resolução de problemas;
- Avaliar a operação e a manutenção de sistemas, o impacto das atividades de engenharia no contexto social e ambiental e a viabilidade económica de projetos de engenharia;
- Comunicar transversalmente com as outras engenharias.

3.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:

The Physics Engineer is a professional who works in the field of Physics and Engineering, particularly in the areas of modern physics and of great technological impact. The skills acquired by the Physics Engineer provide you with the following capabilities:

- *Conceive solutions through the application of technical and scientific knowledge for the planning, construction, use and maintenance of structures, machines and systems for the benefit of society;*
- *Design and conduct scientific experiments and interpret the respective results;*
- *Apply scientific, mathematical and technological knowledge in research and in the engineering process applied to the detection and resolution of problems;*
- *Assess the operation and maintenance of systems, the impact of engineering activities in the social and environmental context and the economic viability of engineering projects;*
- *Communicate across the board with other engineering departments.*

3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e, designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:

A FCT NOVA é uma instituição universitária dirigida às áreas de Ciência e de Engenharia, que tem como missão e estratégia:

- *Uma investigação competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares, incluindo a investigação orientada para a resolução de problemas que afetam a sociedade;*
- *Um ensino de excelência, com uma ênfase crescente na investigação realizada, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional;*
- *Uma base alargada de participação interinstitucional voltada para a integração das diferentes culturas científicas, com vista à criação de sinergias inovadoras para o ensino e para a investigação;*
- *Uma prestação de serviços de qualidade, quer no plano interno, quer no plano internacional, capaz de contribuir para o desenvolvimento social e para a qualificação dos recursos humanos.*

Este novo curso resulta da adequação de ciclo de estudos por imposição do Decreto-Lei n.º 65/2018 de 16 de Agosto, em que o Mestrado Integrado em Engenharia Física, não podendo continuar no seu atual formato de MI, dá origem a um curso de Licenciatura (180 ECTS) e um de Mestrado (120 ECTS).

O curso proposto assenta numa área claramente interdisciplinar, com base na física moderna, e de extrema importância para o desenvolvimento científico-tecnológico. Sendo um curso na área de Física está salvaguardado pelo Despacho n.º 5036-A/2018 do Gabinete do Ministro da Ciência Tecnologia e Ensino Superior, publicado em DR n.º 97/21, maio 2018, que exclui esta área quando determina a redução do n.º máximo de vagas a fixar pelas instituições de ensino superior públicas sediadas em Lisboa e Porto. A estrutura curricular foi elaborada tendo em vista uma sólida formação de base na Licenciatura. A formação de base em Engenharia e Física proporcionada durante a Licenciatura prepara o estudante para o Mestrado (ou para algum mercado de trabalho). Será usada uma abordagem de formação interdisciplinar, combinando a formação básica na área das Ciências e Engenharia para a solução de problemas tecnológicos diversos e para o desenvolvimento da fronteira do conhecimento com o desenvolvimento de competências transversais decorrentes da estratégia do “Perfil Curricular FCT”.

As parcerias com entidades externas, nomeadamente a indústria nacional, assinaladas como deficientes nas anteriores avaliações (quer A3ES quer EUR-ACE) têm vindo a crescer, havendo já algumas dezenas de protocolos celebrados que abrigam estágios PIPP em empresas de serviços e em indústria nacional. As sinergias internas são promovidas. O curso de Licenciatura proposto está dividido em 6 semestres, tendo apenas ligeiras diferenças relativas ao 1.º ciclo do MI. As alterações pontuais destinam-se a conferir coerência a um ciclo de estudos de engenharia visto como fechado e a corrigir ligeiras sobreposições e deficiências nos conteúdos programáticos, especialmente na área de EEC, mantendo-se no entanto os ECTS desta área.

3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:

FCT NOVA is a university institution aimed at the areas of Science and Engineering, whose mission and strategy are:

- a) Competitive research at the international level, favoring interdisciplinary areas, including research aimed at solving problems that affect society;*
- b) Excellent teaching, with an increasing emphasis on research, carried out by competitive academic programs at national and international level;*
- c) A broad base of interinstitutional participation aimed at the integration of different scientific cultures, with a view to creating innovative synergies for teaching and research;*
- d) Provision of quality services, both internally and internationally, capable of contributing to social development and the qualification of human resources.*

This new cycle of studies results from the adequacy of the cycle of studies imposed by Decree-Law No. 65/2018 of 16 August, in which the Integrated Master in Physics Engineering (MIEF) cannot continue in its current Integrated Master format, giving rise to a Bachelor's degree (3 years, 180 ECTS) and a Master's degree (2 years, 120 ECTS).

The proposed course is based on a clearly interdisciplinary area, based on modern physics, and of extreme importance for scientific and technological development. Being a course in the area of Physics, it is also safeguarded by Order No. 5036-A / 2018 of the Office of the Minister of Science, Technology and Higher Education, published in DR No. 97/21 May 2018, which excludes this area when it determines the reduction of the number maximum number of vacancies to be established by public higher education institutions based in Lisbon and Porto.

The curriculum structure was designed with a view to solid basic training in the Degree. The basic training in Engineering and Physics provided during the Degree prepares the student for entry into the Master's Degree (or for any job market). An interdisciplinary training approach will be used, combining basic training in the area of Science and Engineering for the solution of various technological problems and for the development of the knowledge frontier with the development of transversal competences resulting from the "FCT Curricular Profile" strategy.

Partnerships with external entities, namely with the national industry, identified as deficient in the previous evaluations (either A3ES or EurAce) have been growing, and there are already dozens of protocols signed that house PIPP internships in service companies and in national industry. Internal synergies are promoted.

The proposed Degree course is divided into 6 school semesters, with only slight differences related to the 1st cycle of the MI. The specific changes are intended to give coherence to an engineering study cycle seen as closed and to correct slight overlaps and deficiencies in the syllabus, especially in the EEC area, while maintaining the ECTS in this area.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura: Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:

<sem resposta>

4.2. Estrutura curricular (a repetir para cada um dos percursos alternativos)

Mapa II - n/a

4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

n/a

4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

n/a

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Física / Physics	F	57	0	
Engenharia Física / Physics Engineering	EF	15	3	
Matemática / Mathematics	M	42	0	
Informática / Informatics	I	12	0	
Química / Chemistry	Q	6	0	
Competências Complementares	CC	3	0	
Ciências Humanas e Sociais	CHS	9	0	
Engenharia Eletrotécnica e Computadores	EEC	18	0	
Engenharia Mecânica	EMc	3	0	
Engenharia Biomédica	EBm	6	0	
Qualquer Área Científica / Any	QAC	0	6	

Scientific Area

(11 Items)

171

9

4.3 Plano de estudos

Mapa III - n/a - 1.º Ano / 1st Year

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

n/a

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

n/a

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1.º Ano / 1st Year

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Linear e Geometria Analítica / Linear Algebra and Analytic Geometry	M	Semestre1 /Semester1	168	T:42; PL:28	6	
Análise Matemática I / Mathematical Analysis I	M	Semestre1 /Semester1	168	T:42; PL:28	6	
Introdução à Física Experimental / Introduction to Experimental Physics	F	Semestre1 /Semester1	84	PL:42	3	
Introdução à Programação para Ciência e Engenharia / Introductory Programming for Science and Engineering	I	Semestre1 /Semester1	168	T:28; PL:42	6	
Química Geral / General Chemistry	Q	Semestre1 /Semester1	166	TP:47; PL:9	6	
Competências Transversais para Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology	CC	Trimestre2 /Quarter2	80	TP:10; PL:50	3	
Análise Matemática II B / Mathematical Analysis II B	M	Semestre2 /Semester2	168	TP:42; PL:14	6	
Programação para Ciência e Engenharia de Dados / Programming for Data Science and Engineering	I	Semestre2 /Semester2	168	T:28; PL:28	6	
Mecânica / Mechanics	F	Semestre2 /Semester2	168	T:42; TP:21; PL:21	6	
Probabilidades e Estatística D / Probability and Statistics D	M	Semestre2 /Semester2	168	TP:42; PL:14	6	
Sistemas Lógicos / Logical Systems	EEC	Semestre2 /Semester2	168	T:28; PL:42	6	
(11 Items)						

Mapa III - n/a - 2.º Ano / 2nd Year

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

n/a

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

n/a

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.º Ano / 2nd Year

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
--------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Análise Matemática III B / Mathematical Analysis III B	M	Semestre1 /Semester1	168	TP:42; PL:14	6	
Desenho Técnico / Technical Drawing	EMc	Semestre1 /Semester1	84	TP:42	3	
Economia Industrial / Industrial Organization	CHS	Semestre1 /Semester1	168	TP:42	6	
Eletromagnetismo / Electromagnetism	F	Semestre1 /Semester1	168	T:42; TP:14; PL:28	6	
Termodinâmica / Thermodynamics	F	Semestre1 /Semester1	168	T:42; PL:42	6	
Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital /	CHS	Trimestre2 /Quarter2	80	TP:42	3	
Análise Matemática IV B / Mathematical Analysis IV B	M	Semestre2 /Semester2	168	TP:42; PL:14	6	
Cálculo Numérico B / Numerical Analysis B	M	Semestre2 /Semester2	168	TP: 56	6	
Eletrónica / Electronics	EEC	Semestre2 /Semester2	168	T:28; PL:42	6	
Vibrações e Ondas / Vibrations and Waves	F	Semestre2 /Semester2	168	T:28; PL:28	6	
Unidade Curricular do Bloco Livre A / Unrestricted Elective A	QAC	Semestre2 /Semester2	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional

(11 Items)

Mapa III - n/a - 3.º Ano / 3rd Year**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

n/a

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

n/a

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º Ano / 3rd Year

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física Estatística / Statistical Physics	F	Semestre1 /Semester1	168	TP:56	6	
Mecânica Quântica / Quantum Mechanics	F	Semestre1 /Semester1	168	T:42; TP:28	6	
Métodos Matemáticos da Física / Mathematical Methods of Physics	F	Semestre1 /Semester1	168	TP:42; PL:14	6	
Projeto e Oficinas / Project and Workshop	EF	Semestre1 /Semester1	84	TP:14; OT:14	3	
Programa de Oportunidades / Opportunities Program	EF	Trimestre2 /Quarter2	80	OT:7	3	Optativa / Optional
Teoria de Controlo / Control Theory	EEC	Semestre1 /Semester1	168	TP:21; PL:42	6	
Eletrónica Aplicada / Applied Electronics	EF	Semestre2 /Semester2	168	T:28; PL:42	6	
Física Atómica e Molecular / Atomic and Molecular Physics	F	Semestre2 /Semester2	168	T:42; TP:14; PL:14	6	
Física Nuclear e Radiações / Nuclear and Radiations Physics	EBm	Semestre2 /Semester2	168	T: 28; PL:28	6	
Física do Estado Sólido / Solid State Physics	F	Semestre2 /Semester2	168	T:28; TP:14; PL:14	6	
Ótica / Optics	EF	Semestre2 /Semester2	168	T:28; PL:28	6	

(11 Items)

Mapa III - n/a - 3.º Ano - Programa de Oportunidades / 3rd Year - Opportunities Program

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):*n/a***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***n/a***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***3.º Ano - Programa de Oportunidades / 3rd Year - Opportunities Program***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunity Programme	EF	Trimestre2 /Quarter2	80	OT:7	3	Optativa / Optional
Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Professional Opportunity Programme	EF	Trimestre2 /Quarter2	80	OT:7	3	Optativa / Optional
(2 Items)						

4.4. Unidades Curriculares**Mapa IV - Álgebra Linear e Geometria Analítica****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Álgebra Linear e Geometria Analítica***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Linear Algebra and Analytic Geometry***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***M***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:42; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Herberto de Jesus da Silva - TP:42h; PL:14h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- Operar com matrizes, caracterizar as matrizes invertíveis e calcular a inversa de uma matriz invertível.
- Utilizar as matrizes para determinar se um sistema de equações lineares é impossível ou é possível e, neste caso, determinar o conjunto das soluções.
- Representar uma aplicação linear por uma matriz e determinar, por exemplo, se a aplicação é sobrejetiva, se é injetiva, determinando a característica da matriz.
- Dada uma matriz quadrada, calcular o seu determinante, os seus valores próprios e respetivos vetores próprios associados.
- Utilizar as matrizes e determinantes na Geometria Analítica em R^3 , por exemplo para a determinação de uma equação geral de um plano, a determinação da posição relativa entre 2 rectas (entre 2 planos ou entre 1 reta e 1 plano).

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The student is supposed acquire basic knowledge on Linear Algebra. At the end of the curricular unit students should have the following abilities:

- To use matrices in different situations
- To recognize an invertible matrix
- To compute the inverse of an invertible matrix
- To work on systems of linear equations using matrices
- To know the relation between a matrix and a linear function
- To understand the determinant of a square matrix, related results, to compute the eigenvalues and eigenspaces and their applications
- To use matrices, systems of linear equations and the concept of determinant to solve some geometric problems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Matrizes
- 2 - Sistemas de Equações Lineares
- 3 - Determinantes
- 4 - Espaços Vetoriais
- 5 - Aplicações Lineares
- 6 - Valores e Vetores Próprios
- 7 - Produto Interno, Produto Externo e Produto Misto de Vetores em R^3
- 8 - Geometria Analítica em R^3

4.4.5. Syllabus:

- 1 – Matrices
- 2 – Systems of Linear Equations
- 3 – Determinants
- 4 – Vector Spaces
- 5 – Linear Transformations
- 6 – Eigenvalues and Eigenvectors
- 7 - Inner, Vector and Mixed Products in R^3
- 8 – Analytic Geometry in R^3

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

No Capítulo 1 inicia-se o estudo das matrizes e, em particular, caracterizam-se as matrizes invertíveis e deduz-se um método para determinar a inversa de uma matriz invertível. No Capítulo 2 consideram-se os sistemas de equações lineares na forma matricial. No Capítulo 3 apresenta-se a noção de determinante de uma matriz quadrada e algumas propriedades do determinante. Nos Capítulos 4 e 5 são apresentadas e exploradas as noções de espaço vetorial, de aplicação linear e de matriz de uma aplicação linear. No Capítulo 6 estudam-se os valores próprios e vetores próprios de uma matriz (quadrada). Nos restantes capítulos faz-se uma introdução à geometria analítica em R^3 com a utilização das matrizes e determinantes.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In Chapter 1 we study Matrix Algebra and matrices are used along all the other chapters. In Chapter 2 we work on systems of linear equations using matrices. In Chapter 3 we present the notion of determinant of a square matrix and derive several properties. Along Chapters 4 and 5 we present and study vector spaces, linear functions and matrix representations of a linear function. In Chapter 6 we study eigenvalues, eigenvectors and eigenspaces of a square matrix. In the remaining chapters we present an introduction to Analytic Geometry.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas são lecionados os conceitos e os resultados fundamentais que, na sua maioria, são demonstrados. Ao longo da aula são apresentados exemplos ilustrativos e são propostos exercícios que os alunos deverão resolver autonomamente de forma a consolidar a matéria teórica lecionada.

Nas aulas práticas os alunos têm a possibilidade de resolver exercícios e de propor exercícios para resolução de forma a esclarecer as dúvidas surgidas durante o tempo dedicado ao estudo autónomo da matéria.

No horário de atendimento docente cada aluno pode, individualmente, esclarecer as suas dúvidas com qualquer um dos docentes da unidade curricular.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes consist on an explanation of the theory which is illustrated by examples. Most results are proven. Pratical classes consist on the resolution of some exercises. Some of the exercises are solved in class, the remaining are left to the students as part of their learning process.

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

As componentes teóricas determinadas nos objetivos da unidade curricular são lecionadas nas aulas teóricas onde também se apresentam exercícios práticos para ilustrar conceitos e resultados. A aprendizagem é consolidada com a componente das aulas práticas, o estudo autónomo do aluno e, se necessário, utilizando o horário de atendimento dos docentes. A frequência na unidade curricular pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria. A avaliação de conhecimentos é efetuada através de provas escritas (testes/exames).

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The main concepts specified in the objectives of the course are explained in the theoretical lectures in which some practical problems are also presented as an illustration of concepts or results. Learning is consolidated with the component of the practical classes, the student's self-study and, if necessary, using the office hours of teachers. The frequency in the course aims to ensure that students follow the matter. The assessment is made through written tests (tests / exams).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

ISABEL CABRAL, CECÍLIA PERDIGÃO, CARLOS SAIAGO, Álgebra Linear, Escolar Editora, 2018 (5.ª Edição).

T. S. Blyth e E. F. Robertson, Essential student algebra. Volume two: Matrices and Vector Spaces, Chapman and Hall, 1986.

T. S. Blyth e E. F. Robertson, Basic Linear Algebra (Springer undergraduate mathematics series), Springer, 1998.

S. J. Leon, Linear Algebra with Applications, 6th Edition, Prentice Hall, 2002.

*J. V. Carvalho, Álgebra Linear e Geometria Analítica, texto de curso ministrado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Matemática da FCT/UNL, 2000.
<http://ferrari.dmat.fct.unl.pt/personal/jvc/alga2000.html>*

E. Giraldes, V. H. Fernandes e M. P. M. Smith, Álgebra Linear e Geometria Analítica, McGraw-Hill de Portugal, 1995.

Mapa IV - Análise Matemática I**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Análise Matemática I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:42; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José Maria Nunes de Almeida Gonçalves Gomes - T:42h;PL: 28h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- 1) Trabalhar com noções elementares de topologia na reta real;*
- 2) Fazer pequenas demonstrações por indução matemática;*
- 3) Compreender a noção rigorosa de limite (de sucessões e de funções de variável real) e efetuar o seu cálculo;*
- 4) Compreender a noção rigorosa de continuidade de funções de variável real e respetivos resultados fundamentais;*
- 5) Compreender a noção rigorosa de diferenciabilidade, os teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy e aplicações ao cálculo de limites;*
- 6) Conhecer o Teorema de Taylor e as suas aplicações no estudo de funções;*
- 7) Conhecer a noção de primitiva e respetivas técnicas de cálculo;*
- 8) Conhecer a noção de integral de Riemann, respetivas técnicas de cálculo e algumas aplicações;*
- 9) Ser capaz de analisar a convergência de integrais impróprios.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

At the end of this course the student should have acquired knowledge and skills to be able to:

- 1) Work with elementary notions of topology on the real line;*
- 2) Make small proofs using mathematical induction;*
- 3) Understand the definition of limit (for sequences and functions of real variable) and be able to calculate it;*
- 4) Understand the definition of continuity for functions of real variable and the fundamental associated results;*
- 5) Understand the definition of differentiability, theorems of Rolle, Lagrange and Cauchy and their applications to the calculation of limits;*
- 6) Well know the Taylor Theorem and its applications to the analysis of functions;*
- 7) Understand the notion of indefinite integral and perform the corresponding calculations;*
- 8) Understand the notion of Riemann integral, the techniques for calculation and some applications;*
- 9) Be able to study the convergence of improper integrals.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Topologia elementar da reta real.*
- 2. Indução Matemática e sucessões.*
- 3. Limites e Continuidade em $\mathbb{R}$.*
- 4. Cálculo Diferencial em $\mathbb{R}$.*
- 5. Cálculo Integral em $\mathbb{R}$.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Basic topology of the real line.*
- 2. Mathematical induction and sequences.*
- 3. Limits and Continuity in $\mathbb{R}$.*
- 4. Differential Calculus in $\mathbb{R}$.*
- 5. Integral Calculus in $\mathbb{R}$.*

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

Os algarismos indicativos ao lado dos tópicos referidos remetem para a indexação dos objetivos de aprendizagem acima descritos:

- 1. Topologia elementar da reta real. Objetivos de Aprendizagem: 1.*
- 2. Indução Matemática e sucessões. Objetivos de Aprendizagem 2,3.*
- 3. Limites e Continuidade em $\mathbb{R}$. Objetivos de Aprendizagem 4.*
- 4. Cálculo Diferencial em $\mathbb{R}$. Objetivos de Aprendizagem: 5,6.*
- 5. Cálculo Integral em $\mathbb{R}$. Objetivos de Aprendizagem: 7, 8, 9.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The numbered objectives refer to the above numbered intended outcomes.

- 1. Basic topology of the real line. Objective 1.*
- 2. Mathematical induction and sequences. Objectives 2, 3.*
- 3. Limits and Continuity in $\mathbb{R}$. Objective 4.*
- 4. Differential Calculus in $\mathbb{R}$. Objectives 5,6.*
- 5. Integral Calculus in $\mathbb{R}$. Objectives 7, 8, 9.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino consiste no modelo académico Aulas Teóricas/Aulas Práticas. Nas aulas teóricas a matéria é exposta através de resultados justificados, exemplos e aplicações. Exercícios são feitos de forma autónoma pelos alunos e discutidos nas aulas práticas. Alguns exercícios são feitos em sala de aula com orientação docente, sempre

visando a autonomização do estudo.

Os dois métodos de avaliação seguidos são:

Avaliação Contínua: realização de três testes de uma hora e trinta minutos igualmente espaçados no semestre e cuja média aritmética fornece a nota final do aluno. Na data de exame, os alunos que o pretendam podem efetuar a melhoria de um dos testes.

Avaliação por Exame: Realização de um exame de três horas composto por três grupos relativos às matérias avaliadas nos três testes da avaliação contínua.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method consists on conference classes and problem solving sessions. On the conference classes, the theory is exposed together with examples and applications. Selected exercises should be done autonomously by the students and are discussed/corrected in the problems solving sessions. Some exercises are discussed directly in the problem solving sessions with guidance by the professor, aiming the autonomization of the students.

We provide two evaluation methods:

Continuous evaluation: Three tests of one and an half hour during the semester whose average provides the final grade.

Evaluation by exam: An exam of three hours composed of three major parts coinciding with the subjects of the three tests.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos são transmitidas nas aulas teóricas, e consolidadas através da explicitação de exemplos e aplicações. Durante as aulas práticas são realizados ocasionalmente exercícios de natureza mais teórica com vista a um aprofundamento da matéria.

As componentes práticas para atingir os objetivos resultam do trabalho desenvolvido nos turnos práticos, fortemente baseado na interação docente/aluno. As fichas de exercícios são feitas ad-hoc para cada sessão prática e definem o nível de dificuldade de testes e exames.

Existem horários de atendimento ao longo da semana e eventualmente horários extraordinários em período de testes para que os alunos possam beneficiar de um apoio particular dos docentes da UC.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The theoretical basis required to attain the objectives are transmitted during the conference classes. Discussions, examples and counter examples are recurrently used to settle the knowledge. During the problem solving sessions some problems are oriented to a deeper understanding of the theory.

The practical skills are developed during the problem solving sessions, strongly based on the interaction of the students with the teacher. Each problem solving sessions is organized by a sheet of exercises designed for it. They also set the expected level of exercises in tests and exams.

During the week, there is an attending schedule provided by the teachers where students may obtain an individual help.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A UC dispõe de um texto de apoio da autoria de José Gonçalves Gomes e de Isabel Azevedo Gomes que consigna as aulas teóricas e é disponibilizado aos alunos.

A text containing the theoretical lectures by José M. Gomes and Isabel A. Gomes is provided to the students.

Outros textos de referência/ other reference text books:

Alves de Sá, A. e Louro, B., Cálculo Diferencial e Integral em $\mathbb{R}$

Alves de Sá, A. e Louro, B., Cálculo Diferencial e Integral em $\mathbb{R}$, Exercícios Resolvidos, Vol. 1,2,3

Anton, Bivens and Davis, Calculus ed Wiley.

Campos Ferreira, J., Introdução à Análise Matemática, ed Fundação Calouste Gulbenkian.

Lages de Lima, E., Curso de Análise Vol 1, ed IMPA (projeto Euclides)

Rudin, Principles of Mathematical Analysis, ed Mac Graw Hill

Mapa IV - Introdução à Física Experimental

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Física Experimental

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Experimental Physics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

4.4.1.5. Horas de contacto:*PL:42***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***André João Maurício Leitão do Valle Wemans - PL:42h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Proporcionar aos alunos o primeiro contacto com laboratórios de física, e através do estudo de sistemas físicos simples treiná-los a:*

- *Criar consciência dos erros sistemáticos nos métodos e nos instrumentos, e providenciar para os suprimir;*
- *Realizar medidas e proceder ao seu registo;*
- *Realizar cálculos com precisão, clareza e concisamente;*
- *Fazer estimativa da precisão do resultado final;*
- *Analisar os resultados e tirar conclusões corretas;*
- *Comunicar com clareza e precisão os resultados.*

*Reconhecer a necessidade do método experimental, enquanto parte essencial do método científico, na procura de novos conhecimentos e no teste e validação das representações teóricas.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Provide students with the first contact with physics laboratories, and through the study of simple physical systems train them to:*

- *Create awareness of the systematic errors in the methods and instruments, and arrange for their removal;*
- *Undertake measures and proceed to registration;*
- *Perform calculations accurately, clearly and concisely;*
- *Make estimate of the accuracy of the final result;*
- *Analyze the results and draw correct conclusions;*
- *Communicate with clarity and precision results.*

*Recognizing the need of the experimental method, as an essential part of the scientific method, the search for new knowledge and testing and validation of theoretical representations.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Conceitos básicos relativo ao método experimental. Tratamento de incerteza de resultados experimentais.**Realização, análise e discussão de 8 trabalhos laboratoriais, em grupo de dois alunos:*

- 1 - Leis da reflexão e da refração*
- 2 - Lentes finas e espelhos esféricos*
- 3 - Painel fotovoltaico*
- 4 - Pêndulo simples*
- 5 - Colisões na calha de ar*
- 6 - Termómetro de gás a volume constante*
- 7 - Lei do arrefecimento de Newton*
- 8 - Osciloscópio e velocidade da luz*

*Planificação de uma experiência ou alteração de uma das experiências realizadas para verificação experimental de uma lei ou problema específico, proposto a cada grupo.***4.4.5. Syllabus:***Basic concepts concerning the experimental method. Treatment of experimental uncertainty.**Realization, analysis and discussion of eight laboratory work in groups of two students:*

- 1 - Laws of reflection and refraction*
- 2 - Thin lenses and spherical mirrors*
- 3 - Photovoltaic Panel*
- 4 - Simple pendulum*
- 5 - Air track: collision in one dimension*
- 6 - Thermometer gas at constant volume*

7 - Newton's Law of Cooling

8 - oscilloscope and speed of light

Planning an experience or changing one of the experiments for experimental verification of a law or a specific problem, proposed to each group.

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

Após a introdução geral dos conceitos de tratamento de resultados experimentais, são proporcionadas condições para a sua aplicação, através da realização, e consecutiva análise de resultados e produção de relatórios em 8 experiências, que cobrem diversas áreas de física, nomeadamente: Instrumentação, Mecânica, Termodinâmica e Ótica Geométrica. Adicionalmente, a planificação de uma experiência para verificação de uma lei física, vai proporcionar o contexto para verificação da capacidade de aplicação do método científico em novas situações. A apresentação da experiência planificada, em conjunto com os relatórios, propiciam o contexto para verificação da qualidade na comunicação de resultados.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

After the general introduction of the concepts of treatment of experimental conditions are provided for your application, by performing, and consecutive analysis of results and reporting in 8 experiments that cover many areas of physics, including: Instrumentation, Mechanical, thermodynamics and Geometric Optics. Additionally, the planning of an experiment for verifying a physical law, will provide the context for verification of the application of the scientific method in new situations. The presentation of the experience planned, together with the reports, provide the context for quality check on communicating results.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas práticas de laboratório (3h/semana). Após exposição inicial dos conceitos subjacentes ao método experimental haverá a realização semanal, em grupo, de uma experiência laboratorial. A aprendizagem é complementada com a realização de 2 minis testes e por uma apresentação.

A nota final é calculada pela seguinte forma $NF = 0,1 Nq + 0,2 Na + 0,7 Nr$ com as notas parciais arredondadas às decimas, sendo Nq a nota dos mini testes, Na a nota da apresentação e Nr a nota dos relatórios.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Laboratory practical classes (3h/week). After initial exposure to the concepts underlying the experimental method will be conducting weekly group, a laboratory experiment. The learning is complemented with 2 mini tests and a presentation.

The final grade is calculated by the following expression $NF = Nq + 0.2 Na + 0.7 Nr$ with partial notes rounded at the decimal, with Nq the grade in the mini tests, Na the grade in the presentation and Nr the grade from the reports.

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

Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos adquiram competências na utilização do método científico. A possibilidade da aplicação em diferentes contextos de laboratório do registo de medidas, da análise de resultados e da comunicação de resultados, promove as condições ideais para aquisição e desenvolvimento das competências desejadas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

This course is intended for students to acquire skills in the use of the scientific method. The possibility of application in different contexts laboratory registration measures, analysis of results and communication of results, promotes the ideal conditions for the acquisition and development of desired skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- a) Guiões dos Trabalhos Práticos;
- b) Manual de Elaboração de Relatórios e Tratamento de Resultados Experimentais;
- c) "Fundamentals of Physics", Halliday, Resnick e Walker; "Física" Alonso e Finn; ou outros livros equivalentes;
- d) Outra indicada nos guiões e no Manual.

Mapa IV - Introdução à Programação para Ciência e Engenharia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Programação para Ciência e Engenharia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introductory Programming for Science and Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração:*Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; PL:42***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Carla Ferreira – T:28h; PL:42h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Saber: as construções do fragmento coberto de Python; construir uma aplicação no fragmento a partir de uma especificação informal, com a metodologia definida; os componentes e ferramentas básicas de um ambiente de desenvolvimento de software e sua função.

Fazer: desenvolver programas de pequena dimensão, segundo certas convenções; desenvolver algoritmos simples; entender código escrito no fragmento coberto de Python; utilizar ferramentas de programação e interpretar os seus resultados; realizar, em grupo, um mini-projeto de desenvolvimento de software, integrando competências.

Desenvolver: hábitos de trabalho, individuais e em grupo, e de cumprimento de prazos; preocupação com a organização, o rigor e a execução de planos de trabalho.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Knowledge: The meaning of the programming constructs included in the Python language fragment covered in the course; How to build a small application, using the covered Python language fragment, and using the methodology defined in this course; Know the components and basic tools of a software development environment and their role.

Know-how: Develop well-organized, small-sized programs, following a given set of standards; Project and write correctly simple algorithms; Read and explain/mentally simulate the functionality of code fragments written in the Python programming language; Correctly use, to the expected level, programming tools, as well as interpret their results; Develop as a team, a software development mini-project, using the skills acquired in this course.

Soft-Skills: Develop disciplined work and deadline meeting skills; Develop a concern with rigour and the systematic execution of work plans, following previously defined methods; Develop team work skills.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução às linguagens de programação; 2. Noções básicas de Python; 3. Variáveis e tipos de dados; 4. Legibilidade de código; 5. Metodologias de programação; 6. Estruturas de controle; 7. Estruturas de repetição; 8. Funções e módulos; 9. Strings; 10. Leitura e gravação de dados em armazenamento persistente; 11. Estruturas de dados básicas: arrays, listas, dicionários, tuplos; 12. Algoritmos básicos: ordenação e procura dicotómica, percursos de dicionários; 13. Design e estrutura de programação; 14. Bibliotecas para manipulação e visualização de dados. 15. Seleção de algoritmos científicos fundamentais relevantes à área do curso (biologia, física, etc).

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction to programming languages; 2. Python basics; 3. Variables and data types; 4. Code readability; 5. Programming methodologies; 6. Control structures; 7. Repetition structures; 8. Functions and modules; 9. Strings; 10. Reading and writing data in persistent storage; 11. Basic data structures: arrays, lists, dictionaries, tuples; 12. Basic algorithms: sorting and dichotomic search, dictionaries traversals; 13. Programming structure and design; 14: Libraries for data handling and visualization. 15. Selection of fundamental scientific algorithms relevant for the area of the program (physics, biology, etc).

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

O programa inclui os conceitos fundamentais que permitem perceber as características da linguagem Python e perceber como se deve usar essa linguagem para desenvolver pequenos programas com sucesso.

As questões da qualidade do código e das metodologias de programação são apresentadas isoladamente no programa. No entanto, são questões que se destinam a ser discutidas ao longo da disciplina, começando logo a ser introduzidas nas primeiras aulas teóricas e ser usadas nas primeiras aulas práticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus includes the fundamental concepts that support the understanding of the Python language and the understanding of how to use this language to successfully develop small programs.

The issues of code quality and of programming methodologies are shown separately on the course syllabus. However, these are issues that are to be discussed during the course, starting from the first lectures.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta disciplina tem um forte caráter aplicado e a nota final depende da capacidade de resolver problemas de programação práticos usando a linguagem Python.

Nas aulas teóricas, os conceitos fundamentais da disciplina são transmitidos, exemplificados e discutidos. Nas aulas práticas, os alunos resolvem pequenos problemas onde aplicam os conceitos e técnicas estudados. Parte desses problemas estarão disponíveis num sistema de avaliação automática de programas (Mooshak).

O projeto final da disciplina é realizado parcialmente nas aulas práticas e parcialmente fora das aulas. O projeto final é importante pois destina-se a sedimentar tudo o que se aprendeu ao longo da disciplina e a ganhar desenvoltura na resolução de problemas de programação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course has a strong applied component and the final grade depends entirely on the ability to solve practical programming problems using the Python language.

In the lectures, the fundamental concepts of the course are transmitted, exemplified and discussed.

In the lab classes, the students solve small problems, applying the concepts and techniques learned. Some of these problems will be available in a automatic program evaluation system (Mooshak).

The final project is partially developed in the lab classes and partially outside classes. The final project is important because it should help settling all that has been learned during the course and gain practice in solving programming problems.

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

Nas aulas teóricas os alunos são iniciados nos conceitos e técnicas da disciplina. Pretende-se promover a construção do conhecimento e também desenvolver alguma capacidade de análise crítica na procura de qualidade.

A solidificação dos conhecimentos, aptidões e competências ocorre de forma mais essencial nas aulas práticas e durante a execução dos projeto final da disciplina. Os exercícios e o projeto cobrem quase toda a matéria e incluem desafios que conduzem os alunos a compreender melhor os conceitos e a usá-los de forma apropriada.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

In the lectures, the students are initiated into the concepts and techniques of the course. The first goal is to develop the knowledge construction and the second goal is to develop some critical analysis capability in the search for quality.

The consolidation of knowledge, abilities and skills occurs most essentially in the lab classes and during the development of the final programming projects. The exercises and the project cover almost the entire contents of the course; some of these exercises and projects include challenges that lead students to a better understanding of the concepts and to use them appropriately.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Think Python, Allen B. Downey, 2nd edition, O'Reilly, 2015.

Fundamentals of Python: First Programs, Kenneth A. Lambert, 1st Edition, 2011.

Mapa IV - Química Geral**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Química Geral

4.4.1.1. Title of curricular unit:

General Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

166

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:47; PL:9

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor - TP:47h; PL:9h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Prever propriedades atómicas e moleculares. Prever as estruturas de Lewis e as geometrias moleculares mais prováveis para uma determinada fórmula molecular. Prever a distribuição eletrónica e a geometria molecular usando as teorias de enlace de valência e de orbitais moleculares. Com base nas teorias de enlace de valência e de orbitais moleculares, prever propriedades moleculares (distância e ordem de ligação, diamagnetismo e paramagnetismo, energia de ionização e afinidade eletrónica, propriedades isolantes ou condutoras de eletricidade, etc.). Saber interpretar diagramas de fase. Relacionar energia de Gibbs da reação com o equilíbrio, calcular as constantes (K) e as concentrações de equilíbrio; prever o sentido de uma reação; prever K a diferentes T. Determinar leis de velocidade, constantes de velocidade e sua dependência da temperatura.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Predict atomic and molecular properties. Predict Lewis Structures. Predict electronic structure and molecular geometry through Valence Bond Theory and Molecular Orbital Theory. Predict molecular properties (bond order and distance, paramagnetism, ionization energy, electron affinity, conductor, semi-conductor or insulating properties, etc.). Interpret phase diagrams. Relate Gibbs free energy of reaction with equilibrium, calculate the constants (K) and the equilibrium concentrations; predict direction of a reaction; predict K at different T. Determine rate laws, rate constants and its temperature dependence.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1.1. Estrutura eletrónica dos átomos
 - 1.1.1. Números quânticos
 - 1.1.2. Orbitais atómicas
 - 1.1.3. Tabela periódica e variação periódica das propriedades
- 1.2. Ligação Química
 - 1.2.1. Notação de Lewis
 - 1.2.2. Ligação covalente
 - 1.2.3. Teoria da Ligação de valência
 - 1.2.4. Teoria da Orbital Molecular
 - 1.2.5. Eletronegatividade
 - 1.2.6. Forças Intermoleculares
- 1.3. Termoquímica.
 - 1.3.1. Calorimetria. Calor específico e capacidade calorífica.
 - 1.3.2. 1.ª Lei da Termodinâmica.
 - 1.3.3. Entalpia. Entalpias de formação e de reação.
- 1.4. Entropia, energia de Gibbs e equilíbrio.
 - 1.4.1. Entropia e a 2.ª lei da Termodinâmica.
 - 1.4.2. Energia de Gibbs e equilíbrio químico.
- 1.5. Equilíbrio químico. Fatores que afetam o equilíbrio químico. Princípio de Le Châtelier.

1.6. Cinética Química.*1.6.1. Determinação de leis de velocidade. Método integral e método diferencial.**1.6.2. Lei de Arrhenius e energia de ativação.**1.6.3. Mecanismo reacional. Reações elementares. Molecularidade.***4.4.5. Syllabus:***1.1. Electronic Structure of Atoms**1.1.1. Quantum numbers**1.1.2. Atomic Orbitals**1.1.3. Periodic Table and Periodic Variation of properties**1.2. Chemical Bond**1.2.1. Lewis Dots symbols**1.2.2. Covalent Bond**1.2.3. Valence Bond Theory**1.2.4. Molecular Orbital Theory**1.2.5. Electronegativity**1.2.6. Intermolecular Forces**1.3. Thermochemistry.**1.3.1. Calorimetry. Specific heat and heat capacity.**1.3.2. 1st Law of Thermodynamics.**1.3.3. Enthalpy. Formation Enthalpy and reaction Enthalpy..**1.4. Entropy, Gibbs energy and equilibrium.**1.4.1. Entropy and the 2nd law of Thermodynamics.**1.4.2. Gibbs energy and chemical equilibrium.**1.5. Chemical Equilibrium. Factors that affect chemical equilibrium. Le Châtelier Principle.**1.6. Chemical kinetics.**1.6.1. Rate laws. Experimental determination of rate law.**1.6.2. Arrhenius Law and activation energy.**1.6.3. Reaction mechanisms. Elementary steps. Molecularity.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

A exposição dos tópicos selecionados nas aulas teóricas permite aos alunos a compreensão dos conceitos básicos da Química. Nas aulas teórico-práticas a resolução de exercícios concretos e aplicados e nas aulas laboratoriais a realização de experiências com aplicação prática destes conceitos permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e resolução de problemas fundamentais, culminando no domínio da matéria em estudo e preparando-os para a resolução de problemas mais complexos noutras unidades curriculares futuras.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The presentations of selected topics in the lectures allows students to understand the basic concepts of Chemistry. In theoretical-practical classes to solving concrete and applied and in laboratory sessions conducting experiments with practical application of these concepts enables students to develop the abilities to conceptualize and solve basic problems, resulting in expertise on studied subjects and preparing them to solve more complex problems in other courses in the future.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas/teórico práticas serão apresentados e explicados os conceitos a reter de uma forma interativa e proativa e serão discutidos os tópicos e serão resolvidos problemas que requeiram a aplicação dos conhecimentos aprendidos.

Nas aulas práticas de laboratório serão realizadas experiências diretamente relacionadas com os tópicos lecionados e discutidos e criticados os resultados conseguidos.

Componentes de avaliação

Três testes que versam os conhecimentos da unidade curricular, em sua substituição um exame.

Participação na resolução de problemas durante as aulas teórico-práticas.

Desempenho e discussão dos resultados experimentais alcançados durante as sessões práticas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In lectures/theoretical classes the concepts will presented and explained in an interactive and proactive way and practical topics and problems will be discussed requiring the use of knowledge already achieved.

In practical classes, laboratory experiments will be conducted directly related to the topics taught and discussed and criticized the achieved results.

Evaluation components

Three tests that deal with the knowledge of both theoretical and practical concepts of the course or an exam.

Solving problems in theoretical practical classes.

Performance and discussion of the experimental results achieved during the practice sessions.

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

A exposição dos tópicos selecionados nas aulas teóricas permite aos alunos a compreensão dos conceitos básicos da Química. Nas aulas teórico-práticas a resolução de exercícios concretos e aplicados e nas aulas laboratoriais a realização de experiências com aplicação prática destes conceitos permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e resolução de problemas fundamentais, culminando no domínio da matéria em estudo e

preparando-os para a resolução de problemas mais complexos noutras unidades curriculares futuras.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The presentations of selected topics in the lectures allows students to understand the basic concepts of Chemistry. In theoretical-practical classes to solving concrete and applied and in laboratory sessions conducting experiments with practical application of these concepts enables students to develop the abilities to conceptualize and solve basic problems, resulting in expertise on studied subjects and preparing them to solve more complex problems in other courses in the future.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

“Chemical Principles. The Quest for Insight”, P. Atkins, L. Laverman and L. Jones, Freeman 7th ed.(2016).

“Química” (tradução portuguesa de “Chemistry”), R. Chang, K. A. Goldsby, 11.ª ed., McGraw-Hill (2012).

“Chemistry”, Raymond Chang, Jason Overby, 13th ed., McGraw-Hill (2018).

Mapa IV - Competências Transversais para Ciências e Tecnologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Competências Transversais para Ciências e Tecnologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Soft Skills for Science and Technology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CC

4.4.1.3. Duração:

Trimestral/Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:10; PL:50

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Ruy Araújo da Costa TP:10h; PL:50h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

No final desta UC um aluno deve ser capaz de:

- escrever o seu CV e preparar-se para uma entrevista profissional;*
- perceber a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do seu CV ao longo do tempo;*
- perceber a importância dos Testes Psicotécnicos no acesso ao mercado de trabalho;*
- gerir adequadamente o tempo e trabalhar em equipa;*
- compreender a importância da liderança;*
- utilizar folhas de cálculo Excel produzindo gráficos com facilidade;*
- utilizar no Excel o Solver e ser capaz de programar funções e macros em Visual Basic;*
- pesquisar Bibliografia através de bases de dados referenciais ou motores de pesquisa generalistas e analisar Informação, tendo presente exigências de ordem ética e deontológica;*

- perceber a importância do domínio básico do Inglês na área de Ciências e Tecnologia (CT);
- comunicar adequadamente na área de CT.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

After this course, any student should be able to:

- write his (her) CV and prepare for a job interview;
- understand the importance of taking steps to make his (her) CV more appealing;
- understand how important Psychometric Testing is when accessing the job market;
- manage time adequately and be able to carry out team work effectively;
- understand the importance of leadership;
- use Excel spreadsheets and be able to represent data in graphs;
- use Excel's Solver and be able to program functions and macros in Visual Basic;
- carry out bibliographic research using referential databases or generic search engines, and critical analysis of scientific information considering both ethical and deontological issues;
- understand the importance of English is in the Science and Technology area;
- communicate adequately in the Science and Technology area.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Curriculum Vitae, Entrevista e Testes Psicotécnicos.
- 2 - Gestão do tempo. Trabalho de equipa. Liderança.
- 3 - Utilização avançada de folhas de cálculo Excel.
- 4 - Pesquisa bibliográfica e análise de informação. Ética e Deontologia.
- 5 - Comunicação em Ciências e Tecnologia.

4.4.5. Syllabus:

- 1 - Curriculum Vitae, Job interview and Psychometric testing.
- 2 - Time management, team work and leadership.
- 3 - Advanced use of Excel spreadsheets.
- 4 - Bibliographic research and critical analysis of scientific information.
- 5 - Communicating in Science and Technology.

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

A UC visa dotar os alunos das competências consideradas essenciais para a sua progressão ao longo de um curso na área de Ciências e Tecnologia e sua posterior integração no mercado de trabalho.

Para motivar os alunos, cada um dos 5 temas é abordado numa semana de aulas, visando preparar o aluno para:

- a entrada no mercado de trabalho através da elaboração do seu CV e para as entrevistas e testes psicotécnicos;
- preparar e efetuar uma apresentação científica, o que lhe será útil quer no seu percurso académico quer na sua vida profissional;
- utilizar o Excel como ferramenta de cálculo de uso geral em diferentes contextos;
- pesquisar e selecionar informação científica e técnica de forma a fundamentar corretamente os trabalhos que efetua;
- gerir adequadamente o seu tempo e trabalhar em grupo, reconhecendo a importância da liderança.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In this curricular unit students are exposed to soft skills deemed important to their progress in a Science and Technology course and in their future jobs.

Each of the five topics in this unit is worked throughout one week, preparing the students to:

- deal with CV writing, job interviews and psychometric testing;
- write an essay or make an oral presentation in a Science and Technology topic, which will be useful throughout their University curricula as well as in a job;
- use Excel as a general calculus tool in different contexts;
- know how to search and select scientific and technical information, thus being able to carry out sound work;
- adequately manage time, carry out group work and understand the importance of leadership.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Em cada semana há 3 aulas práticas que totalizam 10h (2+4+4h);
 - Em cada semana há uma aula teórico-prática de 2h onde são apresentados os aspetos fundamentais do tema, destacados os erros a evitar durante a exploração dos conteúdos do tema e realçadas as principais ferramentas que podem ser utilizadas.
- A avaliação final da UC. será baseada no trabalho desenvolvido individualmente e em grupo durante cada semana e em testes individuais executados na plataforma de e-learning moodle em ambiente controlado.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- In each week there are three practical session with a total of 10 hrs (2+4+4 hrs);
 - In each week there is a 2h theoretical-practical session that is used to present the theme's fundamentals, the most common mistakes to be avoided and the main tools that can be used during the theme's exploration.
- Assessment of this course takes into account both the weekly individual and group work, as well as tests carried out in moodle e-learning platform, in a controlled environment.*

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

1 - Discute-se a forma e o conteúdo de um CV. Os alunos analisam entrevistas simuladas. Comenta-se os vários aspetos relevantes (p.ex., CV, vestuário, apresentação, dicção). Reflete-se sobre a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do CV ao longo do tempo. Os alunos são ainda testados, via moodle, com Testes Psicotécnicos.

2 - Aborda-se a Gestão do Tempo no contexto universitário e no contexto profissional. Analisa-se as vantagens e desvantagens do Trabalho em Equipa. Analisa-se as características relevantes de um Líder e a sua importância.

3 - Utiliza-se o Excel no contexto da representação gráfica de funções. Apresenta-se a Formatação Condicional. Introduce-se a utilização de Tabelas Dinâmicas. Apresenta-se os Comandos de Contagem e de Estatística Básica no Excel. Aborda-se a Procura Vertical de Informação ("PROCV"). É feita uma aplicação do Solver com a Otimização de uma função. É feita uma introdução ao módulo de Visual Basic do Excel, que inclui a definição de funções e macros em VB.

4 - Dado um tema, solicita-se a realização de pesquisa de Bibliografia. Discute-se os cuidados a ter na pesquisa bibliográfica e na análise da Informação. Destacam-se as exigências de ordem ética e deontológica, apresentando-se exemplos atuais e internacionais de figuras políticas de relevo envolvidas em situações de plágio e suas consequências.

5 – Os alunos são sensibilizados para a importância do domínio básico da Língua Inglesa. Os alunos obtêm formação sobre a comunicação escrita e oral na área de C&T.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

1 - CV writing and presentation is discussed. Students analyse simulated job interviews and reflect on the relevant aspects of a job interview. Students are made aware of the importance to make their CV more appealing throughout their university years. Students go through a batch of psychometric tests, using moodle e-learning platform.

2 - Time Management is addressed in a university context as well as in a job context. Advantages and disadvantages of group work are analyzed. Leader's characteristics are addressed, as well as the importance of leadership.

3 - Students are requested to draw graphs of functions using Excel. Conditional Formatting is presented. Students use Pivot Tables and learn Counting commands and Basic Statistics commands. Students learn how to "look for" information (Vlookup). Solver is introduced to optimize a function. Visual Basic in Excel is presented and students learn how to define functions and macros.

4 - Given a theme, students are requested to carry out a bibliographic research. Students are instructed to be careful when retrieving and analyzing information. Ethical and deontological demands are presented. Recent international and prominent examples of fraud and their consequences are presented.

5 – The importance of using English in the Science and Technology (ST) area is stressed out. Students acquire skills in written and oral presentations in the ST area.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Costa, R., Kullberg, J., Fonseca, J., Martins; N., "Competências Transversais para Ciências e Tecnologia – FCT/UNL" (2013).

Mapa IV - Análise Matemática II B

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática II B

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis IIB

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Marta Cristina Vieira Faias Mateus: TP:42h,PL:14 h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competência que lhe permitam:*

- Compreender noções elementares de topologia em R^n .
- Compreender as noções de limite, continuidade e diferenciabilidade de funções escalares e vetoriais, de várias variáveis reais. Saber calcular limites de funções de várias variáveis reais.
- Conhecer os teoremas da função inversa, implícita, desenvolvimento de Taylor. Saber calcular extremos (livres ou condicionados) de funções escalares com duas variáveis.
- Conhecer as noções de integral duplo, triplo, de linha e superfície e suas aplicações. Ser capaz de calcular estes integrais usando as coordenadas mais adequadas.
- Compreender a noção de campo conservativo e suas aplicações.
- Saber aplicar os teoremas de Green, Stokes e de Gauss. Conhecer as suas aplicações.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this unit, the student should be able to:*

- Understand elementary topological notions in R^n
- Understand the notions of limit, continuity and differentiability of scalar and vector functions with several variables. Be able to compute limits of functions of several variables.
- Know the inverse and implicit function theorems. Know the Taylor expansion for scalar functions. Be able to compute extrema (free and conditioned) of functions of two variables.
- Know the notions of double, triple, line and surface integrals and applications. Be able to compute these integrals, using appropriate coordinate systems.
- Know the notion of conservative vector fields and applications.
- Know and be able to apply Green's theorem, Stokes and Gauss theorems. Know some of their applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Revisão de alguns conceitos de Geometria Analítica
2. Limites e Continuidade em R^n
3. Cálculo Diferencial em R^n
4. Cálculo Integral em R^n
5. Análise Vetorial

4.4.5. Syllabus:

1. Conic sections and quadric surfaces (revisions)
2. Limits and Continuity in R^n
3. Differential calculus in R^n
4. Integral calculus in R^n
5. Vector Analysis

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

O capítulo 1 é um capítulo de revisões de algumas noções de geometria analítica (úteis por exemplo para o cálculo de integrais com várias variáveis). O capítulo 2 é dedicado às noções topológicas em R^n e ao cálculo de limites de funções de várias variáveis reais. Cobrem-se, o primeiro objetivo e segundo objetivos. O capítulo 3 é dedicado ao cálculo diferencial para funções de várias variáveis reais, cobrindo-se o terceiro objetivo. Os capítulos 4 e 5 são dedicados ao cálculo integral cobrindo os objetivos quatro, cinco e seis.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In chapter one we do some revisions concerning conic sections and quadric surfaces (this will be useful for computing integrals). In chapter two we study topological notions in R^n and limits of functions of several variables (this is related to first and second goals in learning outcomes). Chapter three addresses notions and fundamental results of differential calculus for functions with several variables (fulfilling the third goal). Last two chapters are devoted to integral calculus in R^n (related with goals four, five and six).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas consistem na exposição dos conceitos e resultados. Os resultados são ilustrados com exemplos.

As aulas práticas consistem na discussão e na resolução de exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados nas aulas teóricas, após estudo autónomo da parte dos alunos.

Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas sessões semanais destinadas ao atendimento dos alunos ou ainda em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor.

O estudante não pode faltar a mais de quatro aulas práticas lecionadas sem justificação.

Realizam-se três testes durante o semestre com duração de 1h00m, que dispensam de exame em caso de média positiva. Um aluno não dispensado por testes será admitido a exame de recurso e pode escolher repetir um dos testes ou realizar o exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes consist in a theoretical exposition illustrated by application examples.

Practical classes consist in the discussion and resolution of application selected exercises for the methods and results presented in the theoretical classes.

Students can ask questions during the classes, in weekly scheduled sessions or in special sessions accorded directly with the professor.

Students can not miss more than four practical classes.

There are three mid-term tests that can substitute the final exam in case of approval. If the student did not approve then they should write the final exam. Students can choose to repeat one of the mid-term tests in the date of the final exam.

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

Nas aulas teórico-práticas procede-se à exposição da matéria, ilustrada com exemplos. Alguns resultados são explicados e exemplificados, sem demonstração formal. No entanto, são feitas algumas demonstrações, especialmente quando estas são úteis para a melhor compreensão da matéria.

Os alunos têm acesso a uma lista de problemas que podem tentar resolver antes das aulas práticas. A teoria exposta e os exemplos resolvidos nas aulas teórico-práticas preparam o aluno para a resolução desses problemas. Nas aulas práticas os alunos podem ver a resolução de muitos exercícios dessa lista e esclarecer dúvidas sobre os restantes. Também terão apoio para a resolução de exercícios durante os horários de atendimento.

As aulas práticas ajudam a consolidar as matérias, pelo que o aluno não deve faltar a mais de quatro aulas práticas para obter frequência. Esta prática tem-se revelado útil, especialmente para os alunos de primeira inscrição na Universidade.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

In theoretical-practical classes matters are explained and illustrated with examples. Some results are explained and exemplified, without a formal proof. Nevertheless, some proofs are given, especially when they are useful to understand the theme.

Students can obtain a list of problems which they can try to solve before the practical classes. The theory and examples exposed in the theoretical-practical classes prepare the student for the resolution of these problems. In the practical classes the students can see the resolution of many of these problems and solve the difficulties of the remaining. They can also ask questions in weekly scheduled sessions.

Since practical classes allow students to consolidate the subjects the student can not miss more than four practical classes. Such practice has revealed to be useful, mainly to the first year students.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Cálculo vol. 2, Howard Anton, Irl Bivens, Stephen Davis, 8ª edição, Bookman/Artmed
- Calculus III, Jerrold Marsden and Alan Weinstein, Springer-Verlag, 1985.
- Vector Calculus, Jerrold Marsden and Anthony Tromba, 5ª edição, W.H. Freeman, 2003.

Mapa IV - Programação para Ciência e Engenharia de Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programação para Ciência e Engenharia de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Programming for Data Science and Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Nuno Preguiça - T:28; PL:28

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

No final desta UC o estudante, ao nível de primeiro ciclo, terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- *Compreender e ser capaz de desenvolver as atividades de tratamento e transformação dos dados experimentais ou de sensores para posterior análise exploratória de dados.*
- *Compreender o modelo relacional e ser capaz de exprimir interrogações usando os operadores relacionais para obter dados de uma base de dados relacional.*
- *Compreender os desafios associados ao processamento de grandes quantidade de dados.*
- *Perceber o papel da interação e conhecer as principais técnicas de interação.*
- *Ser capaz de estruturar um programa não trivial em funções, classes e módulos.*
- *Ser capaz de exprimir computações usando um modelo imperativo ou operadores funcionais.*
- *Conhecer e ser capaz de exprimir computações sobre dados complexos e espaço-temporais.*
- *Conhecer e saber escolher as visualizações de dados mais adequadas aos dados e às análises pretendidas.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

At the end of this course, at the first cycle level, will have acquired knowledge, skills and competences that will allow him to:

- *Understand and be able to develop the activities of processing and transforming experimental data or sensors for further exploratory data analysis.*
- *Understand the relational model and be able to express questions using relational operators to obtain data from a relational database.*
- *Understand the challenges associated with processing large amounts of data.*
- *Understand the role of interaction and know the main techniques of interaction.*
- *Be able to structure a non-trivial program into functions, classes and modules.*
- *Be able to express computations using an imperative model or functional operators.*
- *Know and be able to express computations about complex and spatio-temporal data.*
- *Know and know how to choose the data visualizations that are most appropriate to the data and analyzes required.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*1.Introdução à Programação para Análise de Dados**a. Ciência de Dados**b. Metodologia CRISP**2.Estruturação e organização de Software**a. Módulos, Classes e utilização de APIs**b. Modelo de processamento funcional de dados (operadores map, flatmap, reduce, etc.)**c. Modelos de deployment de programas (e.g. bibliotecas, programas independentes, Jupyter Notebooks)**3.Acesso, consulta e tratamento de dados**a. Dados espaço-temporais e complexos. Formas de acesso a conjuntos de dados**b. Linguagem de interrogação de dados relacionais: SQL. Projeções, seleções, junções e agregações.**c. Tratamento e transformação de séries e dados tabulares.**4.Visualização**a. Fundamentos da visualização interativa de dados**b. Principais instrumentos de visualização de dados para análise exploratória de dados**c. Uso de bibliotecas python para visualização de dados e desenho de pequenos painéis interativos**5.Escalabilidade e serviços na Cloud**a. Desafios e aproximações**b. Framework de computação paralela (e.g. Spark)***4.4.5. Syllabus:***1. Introduction to Programming for Data Analysis.**a) Data Science b). CRISP Methodology**2. Software structuring and organization.**a) Modules, Classes, and API Usage*

- b) *Functional data processing (map, flatmap, reduce, etc. operators).*
- c) *Program deployment models (e.g. libraries, Jupyter Notebooks)*
- 3. *Data processing and querying.*
 - a) *Spatio-temporal and complex data. Methods for data access.*
 - b) *Relational Data Interrogation Language: SQL. Projections, selections, joins and aggregations.*
 - c) *Manipulation of data series and tabular data.*
- 4. *Data Visualization.*
 - a) *Fundamentals of interactive data visualization*
 - b) *Main data visualization tools for exploratory data analysis*
 - c) *Using python libraries for data visualization and small interactive dashboard design.*
- 5. *Scalability and Cloud Services.*
 - a) *Challenges and approaches*
 - b) *Parallel computing frameworks (e.g. Spark)*

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

O principal objetivo da UC é fornecer ao estudante os conhecimentos e competências necessárias para desenvolver programas que lhe permitam efetuar processamento de dados, como requerido pelas ciências e engenharias. Após a introdução, os conteúdos programáticos focam-se em quatro temas complementares. O primeiro, aborda tópicos de estruturação e organização de software, os quais são fundamentais para ser capaz de desenvolver programas não triviais. O segundo, aborda a problemática do acesso, consulta e tratamento de dados. Estes tópicos fornecem os conhecimentos e competências para aceder a dados, tratá-los e exprimir computações sobre os dados. O terceiro tema aborda a problemática da visualização, fornecendo os conhecimentos necessário para selecionar a visualização apropriada aos diferentes problemas. O último tema aborda a problemática do processamento de grandes quantidades de dados, fornecendo os conhecimentos base para lidar com o problema.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The main objective of the course is to provide science and engineering students the knowledge and skills necessary to develop programs that enable him / her to perform data processing, using a pedagogical translational approach adequate to the target population. After the introduction, the syllabus focuses on four complementary themes. The first deals with software architecture topics, fundamental for developing nontrivial software systems. The second deals with the problem of access, querying and data processing. These topics provide knowledge and skills to access data, process it, and express computations about the data. The third theme addresses the visualization issues, providing the knowledge necessary to select the visualization techniques appropriate to different scenarios. The last theme addresses the problem of processing large amounts of data, providing the basic knowledge to understand key big data issues.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular será suportada em aulas teóricas onde serão enquadrados os tópicos principais a serem abordados. O ensino teórico recorrerá a muitos exemplos de datasets existentes para ilustrar problemas típicos encontrados quando se tem que lidar com dados reais. Serão fornecidas as boas práticas, soluções e metodologias informáticas para atacar estes problemas. As aulas práticas serão fundamentalmente baseadas na linguagem e ecossistema Python para a análise e visualização de dados, uma das soluções mais utilizadas pela academia e indústria. O ambiente Python será integrado com um conjunto de ferramentas e serviços externos, ilustrando um ambiente real de processamento e tratamento de dados. Avaliação baseada em trabalho prático (50%) e em 2 testes (cada 25%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit will be supported in theoretical classes where the main topics to be covered will be framed. Theoretical teaching will use many examples of existing datasets to illustrate typical problems encountered when dealing with real data. Good IT practices, solutions and methodologies will be provided to tackle these problems. The practical classes will be fundamentally based on the Python language and ecosystem for data analysis and visualization, one of the most used solutions by academia and industry. The Python environment will be integrated with a set of external tools and services, illustrating a real data processing and processing environment. Assessment is based on practical work (50%) and 2 tests (each 25%).

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

As aulas teóricas introduzem os problemas, conceitos e técnicas abordados na UC. As aulas práticas e os trabalhos são usados para colocar em prática estes conhecimentos na resolução de problemas, utilizando linguagens e ferramentas atuais. A combinação das aulas teóricas com as aulas práticas é fundamental para a consolidação dos conhecimentos e aptidões através da prática, com a utilização de exemplos com dados reais variados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Theoretical classes introduce the problems, concepts and techniques covered in the UC. Practical classes and assignments are used to put this knowledge into practice in problem solving, using current languages and tools. The combination of theoretical and practical classes is fundamental for the consolidation of knowledge and skills through practice, using examples with varied real data.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Database System Concepts, 7th Edition (essencialmente capítulos 2,3 e 4) Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan McGraw Hill, 2019
Anand Balachandran Pillai, Software Architecture with Python, Packt Publishing, 2017.
Interactive Data Visualization: Foundations, Techniques, and Applications, Second Edition. Matthew O. Ward, Georges Grinstein, Daniel Keim, 2015, ISBN 9781482257373
Moreira, João, Andre Carvalho, and Tomás Horvath. A General Introduction to Data Analytics. John Wiley & Sons, 2018.

Mapa IV - Mecânica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Mecânica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Ricardo Nuno Pereira Verga e Afonso Vigário - TP:42h; PL:14h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências em:

- processos físicos que ocorrem em sistemas mecânicos estáticos;*
- processos físicos que ocorrem em sistemas mecânicos variáveis no tempo;*
- processos físicos que envolvem variação das diversas formas de energia mecânica;*
- relatividade restrita.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

At the end of this course the student should have acquired knowledge, skills and competencies in:

- physical processes that occur in static mechanic systems;*
- physical processes that occur in time varying mechanic systems;*
- physical processes that promote variation of various forms of mechanical energy;*
- restrict relativity.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução*
- 2. Medidas e Unidades*

3. Vetores
4. Cinemática
5. Movimento Relativo
6. Dinâmica de Uma Partícula
7. Trabalho e Energia
8. Dinâmica de um Sistema de Partículas
9. Dinâmica do Corpo Rígido
10. Relatividade Restrita

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction
2. Measurements and units
3. Vectors
4. Kinematics
5. Relative Motion
6. Dynamics of a Particle
7. Work and Energy
8. Dynamics of a System of Particles
9. Dynamics of a Rigid Body
10. Special Relativity

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

Na primeira parte do semestre são apresentados os conceitos fundamentais necessários para descrever sistemas físicos, dando ênfase às variáveis cinemáticas: posição, velocidade e aceleração e aos conceitos de força e energia.

Na segunda parte do semestre é discutida a evolução temporal dos sistemas físicos, nomeadamente aqueles constituídos por corpos rígidos.

No final da unidade curricular é abordado o tema relatividade restrita.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In the first part of the semester is presented the necessary fundamental concepts to describe physical systems, with particular emphasis to kinematic variables: position, velocity and acceleration; and the concepts of force and energy.

In the second part of the semester is discussed the temporal evolution of the physical systems, namely the ones with rigid bodies.

At the end of the course is discussed the topic of restrict relativity.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina está dividida numa componente teórica e numa componente de laboratório. Os estudantes têm de ter sucesso escolar nas duas componentes.

As aulas teórico-práticas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem discussão e resolução no âmbito de uma avaliação contínua. A componente teórica é apoiada por sessões teórico-práticas semanais de 1,5h.

Nas aulas práticas de laboratório são realizados trabalhos experimentais com o objetivo de acompanhar e verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas e de desenvolver competências na montagem de laboratório e na experimentação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is divided into a theoretical component and a laboratory component. Students must have academic success in both components.

The theoretical-practical lectures take place in two weekly sessions of 1.5 hours each, which include discussion and resolution of problems. The theoretical componente is supported by weekly problem-solving sessions of 1.5 hours each.

In the laboratory classes is conducted experimental work with the aim to monitor and verify physical phenomena described in the lectures and to develop skills in laboratory experimentation.

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

Os conteúdos teóricos necessários para atingir os objetivos de aprendizagem são ministrados nas aulas teóricas. Os conceitos e leis fundamentais da Mecânica são discutidos nestas aulas, com recurso a exemplos ilustrativos. Na componente teórico-prática, os estudantes têm oportunidade de consolidar os assuntos abordados na componente teórica, através da resolução de exercícios. Na componente laboratorial, através da montagem experimental, realização, observação e análise de dados, os estudantes põem em prática os conhecimentos adquiridos nas restantes componentes letivas da UC.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The theory content needed to achieve the learning objectives are taught in dedicated lectures. Concepts and fundamental laws of Mechanics are discussed therein, with the help of illustrative examples. In the exercise component of the course, students consolidate the subject addressed in the theory lectures. In the laboratory component, the students apply the knowledge acquired in the other components of the course, through the assembly of particular experimental works, as well as acquire, analyse and report on relevant data.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de texto recomendado:

“Física” de M. Alonso e E. Finn, Tradução Portuguesa

Outros livros aconselhados:

“Fundamentals of Physics” de Halliday, Resnick and Walker

“Physics for Scientists and Engineers” Paul A. Tipler, W.H. Freeman and Company

Mapa IV - Probabilidades e Estatística D**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Probabilidades e Estatística D

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Probability and Statistics D

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Maria de Fátima Varregoso Miguens – TP:42; PL:14

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

O objetivo da unidade curricular é proporcionar ao aluno uma base sólida de conhecimentos elementares de Probabilidades e Estatística que constituem uma ferramenta indispensável à tomada de decisão em situações de incerteza. Esta aquisição de conhecimentos deverá municiar os alunos de uma capacidade de aquisição futura de conceitos mais avançados que surjam no seu percurso de formação académica e/ou profissional.

No final da unidade o aluno terá adquirido competências que lhe permitam:

-Conhecer e compreender os elementos básicos da teoria e do cálculo das probabilidades

-Descrever as principais distribuições probabilísticas de variáveis discretas e contínuas e aplicá-las na descrição de fenómenos aleatórios

-Inferir sobre parâmetros populacionais com base em distribuições amostrais

- Construir modelos estatísticos que permitam estabelecer uma relação funcional entre variáveis
- Saber trabalhar com um software estatístico.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The aim of the course is to teach the basic concepts of probability and statistics. The students will be prepared to handle the requirements during their professional activities that concern probabilities and statistics. With regard to probabilities, the goal is for students to develop skills to formulate problems concerning the results of random observations. Students should also be able to handle statistical techniques and be familiar with a statistical software package, in order to analyse parameters of a population, e.g. to be able to use linear regression as a first approach to model real data.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Teoria das Probabilidades
2. Variáveis aleatórias e suas distribuições de probabilidade
3. Momentos de variáveis aleatórias
4. Vetores aleatórios
5. Teorema Limite Central
6. Noções elementares de estatística
7. Estimação pontual e intervalar
8. Testes de hipóteses
9. Regressão linear simples

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction to the theory of probability.
2. Random variables and their distributions.
3. Moments of random variables.
4. Random vectors.
5. Central limit theorem.
6. Basic notions of statistics.
7. Point and interval estimation.
8. Hypothesis testing
9. Simple linear regression

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

A componente de Probabilidades, que compreende os conteúdos programáticos 1 ao 5, destina-se a dar a conhecer as ferramentas probabilísticas fundamentais a um bom acompanhamento dos conceitos e resultados estatísticos. Cumprem-se assim os dois primeiros objetivos de aprendizagem.

Na componente de Estatística (conteúdos programáticos 6 ao 10) apresentam-se as técnicas estatísticas clássicas e de aplicação mais frequente nos problemas de inferência. Com estas matérias, pretende-se transmitir a forma de raciocínio sobre questões estatísticas, possibilitando um razoável acompanhamento e compreensão de outras técnicas mais complexas. Cumprem-se assim os dois últimos objetivos de aprendizagem.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The Probabilities component, which comprises syllabi 1 to 5, is intended to achieve understanding of the fundamental probabilistic tools for a good understanding of the concepts and results of statistics. This fulfils the first two objectives of the curricular unit.

The Statistics component (syllabi 6 to 10) presents the classic and most frequently used statistical techniques in inference problems. With this component, the students should be able to follow-up and understand other more complex techniques. This fulfils the last two objectives of the curricular unit.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino utilizado nesta unidade curricular pode ser resumido como se segue:

- Os temas são introduzidos através de uma exposição oral detalhada dos conteúdos da Unidade Curricular utilizando, sempre que possível, exemplos de aplicação à matéria a ser lecionada. Pretende-se também motivar no aluno o interesse pelo estudo desta matéria. A exposição oral é feita tradicionalmente no quadro com apoio de "slides".
- Seguidamente são propostos e corrigidos exercícios e são tiradas dúvidas que tenham resultado do estudo dos alunos.
- Ao longo do semestre são realizadas provas de avaliação contínua.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method used in this course can be summarised as follows:

- The topics are introduced through an oral presentation detailing the contents of the course using, where possible, examples of applications of the subject matter. It is also intended to motivate the student's interest in the study of this matter. The oral presentation is given traditionally using a black board, supplemented with "slides".
- Following this, exercises are given and corrected. Also, raised doubts by the students are clarified.
- Throughout the semester continuous evaluation tests are applied.

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

As aulas são de carácter teórico-prático o que à partida permite uma ligação estreita e imediata entre os conceitos teóricos e a sua aplicabilidade.

Os alunos têm um contacto de 4h semanais com a disciplina, repartidos por dois períodos de 1h30m de aulas teórico-práticas complementados com uma hora de contacto para resolução de exercícios.

Na primeira parte da aula introduzem-se os conceitos teóricos com a ilustração de exemplos práticos, sempre que possível. Na segunda parte complementa-se a aprendizagem com a resolução de exercícios. Desta forma, os alunos têm uma visão integrada dos tópicos lecionados, fomentam o espírito crítico e o trabalho em grupo. Para que a visão integrada dos tópicos se vá mantendo ao longo do funcionamento da unidade é exigida a frequência das aulas.

O trabalho em aula é complementado com a resolução de exercícios propostos. Os alunos têm um apoio adicional no seu estudo quer com material de suporte ("sildes" e sebenta da matéria teórica, exames e testes resolvidos), quer com horários de atendimento, ambos disponíveis na página web da unidade curricular.

O cumprimento dos objetivos é avaliado de uma forma contínua ou por exame em época de recurso.

A forma contínua passa pela realização de dois testes. No primeiro teste avalia-se se os conceitos probabilísticos foram apreendidos. Garante-se assim a base para a introdução dos conceitos estatísticos. O segundo teste avalia as competências adquiridas ao nível da estatística.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Hands-on theoretical classes are used, allowing an immediate connection between theoretical concepts and their applicability.

Students have 4 hours contact with the unit each week, divided into two periods of 1h30m each for expository classes plus 1 hour for problem solving.

In the first part of the class the theoretical concepts are introduced. The second part focused on problem solving. This way, the students have an integrated view of the topics taught, fostering critical thinking and teamwork. Class attendance is required for an integrated vision of the topics.

The class work is supplemented with practical exercises. Students have access to additional supporting material such as overhead sheets and past examination materials, and can request additional dedicated time, both available on the course's webpage.

The achievement of the objectives is assessed through continuous evaluation as well as through a final exam.

The continuous evaluation is done in two parts. The first test evaluates whether the probabilistic concepts have been learned, or in other words if the first two unit objectives have been achieved. This ensures the foundation for the introduction of the statistical concepts. The second test assesses the acquired statistics skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Guimarães, R.C. & Cabral, J.A.S. (2007), Estatística, McGraw-Hill.

Montgomery, D.C. & Runger, G.C. (2011), Applied Statistics and Probability for Engineers, John Wiley.

Paulino e Branco (2005). Exercícios de Probabilidade e Estatística. Escolar Editora.

Pedrosa, A.C. & Gama, S.M.A. (2004), Introdução Computacional à Probabilidade e Estatística, Porto Editora.

Ross, S.M. (2014). Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists, Academic Press, 5th Edition.

Mapa IV - Sistemas Lógicos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Sistemas Lógicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Logical Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semeter

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:*<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luís Filipe dos Santos Gomes - T:28; PL:42***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Descrever sistemas digitais combinatórios através de expressões algébricas booleanas, tabelas de verdade e esquemáticos.**Aplicar metodologia de síntese de circuitos combinatórios.**Converter números entre diferentes bases de numeração, tais como decimal, binário, hexadecimal e octal.**Analisar métodos de decomposição modular de circuitos combinatórios, incluindo circuitos de aritmética binária.**Aplicar técnicas expeditas de desenho de contadores.**Aplicar metodologia de síntese de máquinas de estados síncronas, partindo de diagramas de estado.**Realizar sistemas digitais de reduzida/média complexidade através da sua decomposição em parte de dados e de controlo.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Describe digital systems through combinatorial Boolean algebraic expressions, truth tables, and schematics.**Apply methodology for synthesis of combinational circuits.**Convert numbers between different base numbering, such as decimal, binary, hexadecimal and octal.**Analyze methods of modular decomposition of combinational circuits, including circuits for binary arithmetic.**Apply techniques for expeditious design of counters.**Apply methodology for synthesis of synchronous state machines, starting from state diagrams.**Implement digital systems with low/medium complexity using its decomposition into control and data parts.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***• Álgebra de Boole; Tabelas de verdade.**• Funções lógicas: Formas canónicas; Simplificação de funções; Mapas de Karnaugh; Método de Quine-McCluskey.**• Sistemas de numeração.**• Aritmética binária: Soma e subtração; Compl. para 2 e para 1; Multiplicação e divisão.**• Circuitos combinatórios elementares.**• Elementos de memória biestáveis: flip-flop JK, D T.**• Circuitos sequenciais: Noção de sistema síncrono e assíncrono; Registos; Desenho expedito de contadores.**• Máquinas de estado síncronas: Diagramas de estado, Síntese.**• Memórias; Dispositivos de lógica programável.**• Introdução a arquiteturas de transferência entre registos: decomposição em partes de controlo e de dados; introdução aos microprocessadores.***4.4.5. Syllabus:***• Boolean algebra; Truth tables.**• Logical functions: Canonical representations; Function minimization; Karnaugh maps; Quine-McCluskey method.**• Numerical systems: conversions.**• Binary arithmetic: Addition and Subtraction; Two's-Complement; One's-Complement; Multiplication and division.**• Basic combinational circuits.**• Memory elements: Flip-flop JK, D and T.**• Sequential circuits: Synchronous and asynchronous circuits' concepts; Registers. Counter design.**• Synchronous state machines: State diagrams; Synthesis.**• Memories; Programmable logic devices.**• Introduction to register transfer architectures: decomposition in control and data parts; introduction to microprocessors.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os objetivos de aprendizagem indicados e a sequência dos conteúdos programáticos previstos estão diretamente associados, permitindo ir adquirindo gradualmente competências intermédias que suportarão o atingir do último objetivo referido, de elevada relevância para um engenheiro informático, uma vez que permite deixar clara a visão hardware das arquiteturas computacionais que serão posteriormente utilizadas pelos alunos.**Os conteúdos programáticos previstos encontram-se estruturados em quatro grupos, nomeadamente conceitos introdutórios, análise de módulos combinatórios, análise de circuitos sequenciais e análise de circuitos digitais de reduzida/média complexidade obtidos através da sua decomposição em parte de controlo e parte de dados.**Os objetivos de aprendizagem identificados permitem ir verificando a obtenção de competências ao longo dos conteúdos apresentados.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

The foreseen learning outcomes and the provided topics sequence of the syllabus are directly associated, allowing gradually acquiring intermediate skills that will support the last referred goal. This is of high relevance for a computer engineer, since it allows to clarify the hardware vision of the computing architectures that will later be regularly used by students.

The provided syllabus are structured into four groups, including introductory concepts, combinatorial analysis modules, circuit analysis sequential, and small / medium complexity digital circuit analysis obtained by its decomposition into control and data parts.

The identified learning outcomes allow checking achievement of specific skills, as it is possible a direct association between learning outcomes and those groups within the proposed syllabus.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Considera-se uma aula teórica de 2h/sem e uma aula prática (3 horas/sem).

As aulas teóricas são aulas de exposição onde se fomenta a discussão de temas, permitindo dar ênfase diferenciada em aspetos concetuais, bem como tecnológicos.

As aulas práticas são aulas de laboratório, permitindo dar ênfase diferenciada em vários aspetos, nomeadamente a resolução de exercícios, a utilização de ferramentas computacionais de simulação e síntese de sistemas digitais, e a experimentação física através da implementação de circuitos digitais utilizando circuitos elementares discretos, bem como dispositivos de lógica programável (FPGA). Cada grupo de trabalho recebe uma placa de experimentação (com uma FPGA) permitindo a experimentação fora do laboratório.

A avaliação é garantida através de 2 testes individuais ou exame final (componente teórica), um conjunto de perguntas curtas com o apoio do moodle (avaliação contínua) e a realização de um mini-projeto em grupos de 2 ou 3 alunos (componente prática).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Contact with students is accomplished in one lecture of 2h / wk. and one lab class (3 hours / week).

The lectures are classes where exposure promotes discussion of topics, allowing emphasizing different aspects at conceptual and technological levels.

The laboratory classes allow integration of different emphasis on several aspects, such as problem solving, the use of computational tools for simulation and synthesis of digital systems, and physical experimentation by implementing digital circuits using discrete elementary circuitry as well as programmable logic devices (FPGAs). Each group receives one experimentation board (with one FPGA) allowing testing outside the laboratory.

The evaluation is guaranteed through 2 individual tests or final exam (theoretical component), a set of short questions with moodle support (continuous assessment) and conducting one mini-project in groups of 2 or 3 students (practical component).

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

Complementando a aquisição de conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes ao nível concetual, é dada uma ênfase especial ao nível da experimentação e da utilização de tecnologias de implementação de circuitos digitais, permitindo reduzir a distância normalmente observada nos estudantes quando se trata de "mexer" diretamente com dispositivos físicos. Para isso todos os grupos de trabalho (constituídos tipicamente por três estudantes) recebem um kit de experimentação constituído por um dispositivo lógico programável de complexidade média (uma FPGA), sendo possível a sua utilização fora do laboratório de aulas e sua integração nos processos de estudo autónomo dos estudantes. Desta forma, a resolução analítica de problemas propostos é complementada com a experimentação associada, permitindo aumentar os níveis de sucesso na aprendizagem.

Assim, os objetivos de aprendizagem indicados são plenamente suportados pela metodologia de ensino proposta.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Complementing the acquisition of knowledge, skills and competencies developed by students at the conceptual level, a special emphasis is given to the experimentation level, as well as to the use of digital circuitry implementation technologies, reducing the distance usually observed in students when it comes to "play" directly with physical devices. For that, all groups of students (typically composed of three students) receive an experimentation kit equipped with a programmable logic device of medium complexity (an FPGA), which can be used outside of the lab classes, and be completely integrated in the processes of students' autonomous study. In this way, the analytical resolution of problems is complemented with associated experimentation, enabling improving levels of success in the learning process.

Thus, the learning objectives listed are fully supported by the teaching methodology proposed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Digital Logic Circuit Analysis & Design - Victor P. Nelson, H. Troy Nagle,

J. David Irwin, Bill D. Carroll - Prentice Hall - ISBN 0-13-463894-8

Logic and Computer Design Fundamentals - M. Morris Mand, Charles Kime -

Prentice-Hall - ISBN 0-13-182098-2

Digital Design - Principles and Practice - John F. Wakerly - Prentice-Hall -

ISBN 0-13-082599-9

***** Em português:*

Circuitos Digitais e Microprocessadores - Herbert Taub - McGraw-Hill - ISBN

0-07-066595-8

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Análise Matemática III B***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Mathematical Analysis III B***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***M***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42; PL:14***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ana Cristina Casimiro – TP:42; PL:14***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes consigam:*

- Compreender a noção de série numérica e de funções, saber estudar a sua convergência;
- Manipular algebricamente os números complexos, entender o conceito de função complexa de variável complexa, estudar a sua analiticidade, calcular o integral de uma função ao longo de uma curva, conhecer o Teorema de Cauchy e as suas aplicações;
- Entender a definição de resíduo de uma função complexa numa singularidade, saber calculá-lo e aplicá-lo no cálculo de integrais (Teorema dos resíduos).

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this course is expected that students be able to:*

- Understand the notion of numerical or function series, to know how to study its convergence;
- Manipulate algebraically the complex numbers, to understand the concept of complex function of a complex variable, to study its analyticity, to calculate the integral of a function along a curve, to know Cauchy's theorem and its applications;
- Understand the definition of residue of a complex function at a singularity, to know how to compute it and to apply it to the computation of integrals (Theorem of residues).

4.4.5. Conteúdos programáticos:*I - Séries*

1. Séries numéricas: Séries alternadas, Convergência, Séries de termos não negativos, Multiplicação de séries
2. Séries de funções: Convergência pontual e convergência uniforme, Séries de potências, Séries de Taylor e de MacLaurin

II – Análise complexa

1. Funções complexas: Funções elementares, Funções contínuas, Funções analíticas
2. Integrais: Definição, Teorema de Cauchy: Teorema de Green, Fórmula integral de Cauchy, Teorema do módulo máximo e funções harmónicas
3. Representação em série de funções analíticas: Séries convergentes de funções analíticas, Séries de potências e Teorema de Taylor, Séries de Laurent e classificação de singularidades
4. Cálculo de resíduos: Teorema dos resíduos, Cálculo de integrais.

4.4.5. Syllabus:*I - Series*

1. Numerical Series: Alternating series, Convergence, Non-negative terms, Product of series
2. Function series: Pointwise and uniform convergence, Power series, Taylor and MacLaurin series

II – Complex analysis

1. Analytic functions: Elementary and continuous function, Analytic functions
2. Integrals: Definition, Cauchy's theorem: Green's theorem, Cauchy integral formula, Maximum modulus theorem and Harmonic functions
3. Series representation of analytic functions: Convergent series of analytic functions, Power series and Taylor's theorem, Laurent series and classification of singularities
4. Calculus of residues: Residue theorem, Evaluation of integrals

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

Na parte I do programa serão ensinados os conceitos elementares de séries, e vários critérios de convergência (1.). De seguida introduz-se o conceito de série de funções que surge como aplicação do conceito de sucessão de funções. É dado especial relevo às séries de potências (2.). Na parte II do programa os complexos são apresentados desde os conceitos elementares. Toda a teoria de análise complexa surge de seguida de forma natural como generalização de conceitos já abordados antes em análise real, com todas as particularidades do plano complexo (1. a 4.).

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The part I of the program covers the typical material of a numerical series module for engineering students. The basic concepts of series will be taught, as well as several convergence criteria (1.). Then it is introduced the concept of function series which appear naturally as an application of the concept of sequence of functions. Special focus is given to power series (2.). In part II of the program, complex numbers are presented from the elementary concepts. The whole theory of complex analysis then arises naturally as a generalization of the concepts already discussed before in real analysis, with all the peculiarities of the complex plane (1.a 4.).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino consiste na lecionação de aulas teóricas, onde é apresentada e explicada toda a matéria referida nos conteúdos programáticos. São fornecidas fichas de exercícios aos alunos para serem trabalhadas fora das salas de aula, com o conhecimento adquirido previamente nas aulas teóricas. São lecionadas aulas práticas, onde o professor esclarece as dúvidas acerca das fichas fornecidas previamente, além disso são resolvidos no quadro os exercícios considerados mais relevantes.

Os alunos dispõem ainda do designado horário de dúvidas onde podem esclarecer as suas dúvidas com o professor. Os alunos são avaliados por dois testes durante o semestre, obtendo a aprovação quem tiver média positiva. É possível estabelecer nota mínima em alguns dos testes. Os alunos que não obtiverem aprovação podem realizar um exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The professor gives the course by lectures, where he explains all topics referred to in the syllabus. Problem sheets are provided to students to be worked outside the classroom with prior knowledge acquired during the course. Practical classes are taught, where the teacher clarifies the doubts about the problems given previously and the more relevant problems are solved in the blackboard.

Students still have the so-called "horário de dúvidas" where they can clarify their doubts with the teacher.

The assessment consists in two or three tests, with or without minimum grade in each one. If the average is positive, then students are approved; otherwise, they have a second chance "exame de recurso".

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

Os métodos de ensino apresentados permitem aos alunos apreender todos os conteúdos programáticos. Visam uma profunda compreensão das noções teóricas e das suas aplicações nomeadamente através da resolução de problemas. Assim, os estudantes ficam aptos para atingir todos os objetivos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methods presented allow students to understand all the contents. The aim of these methods is to provide a deep understanding of theoretical concepts and their applications namely through clear expositions of the theoretical concepts and their application solving problem. Thus, the students are able to achieve all objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

AGARWAL, Ravi, PERERA, Kanisshka e PINELAS, Sandra - *An Introduction to Complex Analysis*, 2011, Springer
 ANTON, H.; BIVENS, I.; DAVIS, S. - *Cálculo II*; 8ª Edição, Bookman, 2007.
 CARREIRA, M. A. e NÁPOLES, M. S., *Variável complexa - Teoria elementar e exercícios resolvidos*, McGraw-Hill.
 MARSDEN, J., e HOFFMAN, M. J., *Basic Complex Analysis*, 3ª edição, Freeman, 1999.
 MARSDEN, J. e WEINSTEIN, A. - *Calculus III*; Springer, 2ª Edição, 1984.
 SAFF, E. B.; SNIDER, A. D. - *Fundamentals of Complex Analysis with Applications to Engineering and Science - 3rd Edition*, Pearson Education, 2003.
 SÁ, A. e LOURO, B. - *Sucessões e Séries, Teoria e Prática*. Escolar Editora, 2009.

Mapa IV - Desenho Técnico**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Desenho Técnico***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Technical Drawing***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EMc***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rui Fernando dos Santos Pereira Martins – TP:42h;***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- Conhecer e aplicar as regras de Desenho Técnico;
- Saber interpretar e executar desenhos de projeções ortogonais, incluindo cortes e secções, devidamente cotados, à mão livre e em programa de Desenho Assistido por Computador (CAD 2D);
- Saber interpretar e executar desenhos de peças e de conjunto de peças;
- Saber interpretar e executar desenhos de perspetivas;
- Modelar peças e conjuntos de peças em programa de Desenho Assistido por Computador (CAD 3D);
- Gerar ficheiro Gcode para impressão 3D de peças modeladas;
- Imprimir peças modeladas através de técnica de Fabrico Aditivo FDM;
- Trabalhar de forma colaborativa em projeto a desenvolver durante o semestre.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of the semester, the students will have the skills, knowledge and competences, which allow them:*

- To be able to understand and to apply the rules of Technical Drawing;
- To be able to draw orthogonal projections, also using sectional views and dimensions, either using computer-aided design software (CAD 2D) or free-hand;
- To be able to understand and to apply the rules for axonometric projections (perspectives);
- To be able to understand and to apply the rules for assembly drawings;
- To be able to understand and to apply the rules for graphical representation of mechanical elements;
- To model 3D parts and assemblies using a Computer-Aided Design software (CAD 3D);
- To generate Gcode files necessary to 3D print the parts modelled;
- To print the parts modelled using an additive manufacturing technique (FDM).
- To do teamwork.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Regras de representação gráfica.
- Projeções ortogonais.
- Cortes e secções.
- Cotagem simples.
- Desenho de perspetivas rápidas.
- Desenho de conjuntos mecânicos simples.
- Introdução ao Desenho Assistido por Computador (CAD 2D e CAD 3D).
- Introdução às técnicas de fabrico aditivo.

4.4.5. Syllabus:

- Rules for graphical representation of parts and assemblies.
- Representation of components through orthogonal projections.
- Sectional views.
- Dimensioning.
- Axonometric views.
- Mechanical assembly drawings.
- Introduction to Computer-Aided Design (CAD 2D and CAD 3D).
- Introduction to additive manufacturing.

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

Nas aulas teórico-práticas os estudantes adquirem o conjunto de conhecimentos proposto no programa e aplicam os conceitos aprendidos através da resolução de exercícios de aplicação. Sempre que apropriado, os estudantes analisam desenhos de peças e desenhos de conjuntos de peças.

Para além do referido, os alunos devem saber realizar desenhos técnicos de componentes e de conjuntos (à mão livre e através de programa computacional CAD 2D), assim como devem saber modelar peças e conjuntos de peças utilizando programa de desenho assistido por computador (CAD 3D).

A realização de um trabalho de grupo permite desenvolver as capacidades colaborativas dos alunos, a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do semestre, e culmina na impressão 3D de uma peça modelada pelo grupo de alunos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The students acquire the theoretical knowledge of the syllabus attending the lectures and apply it in the problem-solving sessions. The problem-solving sessions are used to better acquaint the students with those concepts through the resolution of relevant practical exercises. Wherever appropriate, students analyse drawings of parts and drawings of assemblies of parts.

The students will also know how to 3D model parts and assemblies using CAD software, as well as to fabricate parts using additive manufacturing techniques.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino nas aulas teórico-práticas é essencialmente o da exposição oral das matérias, acompanhada com desenhos, esquemas e notas/síntese feitos pelo docente no quadro. São também utilizados meios audiovisuais. O docente apresenta problemas-tipo e resolve-os de modo a indicar aos alunos a estratégia de resolução. Os enunciados dos trabalhos práticos são apresentados e o docente define um tempo para a sua resolução em aula, acompanhando a evolução dos trabalhos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The oral exposition is essentially the teaching method used, associated with sketches, schemes and resumes made by the teacher in the classroom blackboard. The video projector is also used in the classroom. The teacher solves some typical problems to teach the strategy of resolution to the students. Then some practical problems are distributed, and the students have to answer them in the classroom in a period of time.

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

Nas aulas teórico-práticas os estudantes adquirem o conjunto de conhecimentos proposto no programa. Os estudantes aperfeiçoam a sua capacidade para aplicar os conceitos aprendidos através da resolução problemas típicos. Sempre que apropriado, os estudantes analisam desenhos de peças e desenhos de conjunto de peças.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The students acquire the theoretical knowledge of the syllabus attending the lectures, and apply it in the problem-solving sessions. The problem-based sessions are used to better acquaint the students with those concepts, through the solution of typical issues. Wherever appropriate, students analyse drawings of parts and drawings of assemblies.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Desenho Técnico – Luís Veiga da Cunha – Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 15.ª edição;*
- *Desenho Técnico Moderno – Arlindo Silva, Carlos Tavares Ribeiro, João Dias, Luís Sousa – Ed. Lidel, 2005.*
- *Desenho Técnico Básico (Vol. III) - Simões Morais - Porto Editora, 2006*
- *Outros elementos fornecidos pelo docente (exercícios, apontamentos, etc).*

Mapa IV - Economia Industrial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Economia Industrial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Industrial Organization

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CHS

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito - TP: 42h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

A Economia Industrial estuda o comportamento de empresas em estruturas de mercado situadas entre os casos limite de monopólio e conc. perfeita. No final do curso, o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam: ter uma compreensão básica do funcionamento dos diferentes tipos de mercados, do modo como as empresas tomam decisões e das suas consequências no bem-estar. Em termos gerais, espera-se que os alunos:

Dominem conceitos básicos de microeconomia (como saber medir concentração e poder de mercado e compreender as suas causas e consequências)

Tenham uma noção de interdependência estratégica e saibam pensar de forma estratégica (calculando equilíbrios de mercado em múltiplos contextos, resolvendo jogos na forma normal e extensiva e incorporando nos modelos decisões de I&D, entrada, diferenciação, etc.)

Aprendam a analisar novas situações de uma maneira formal, com base em modelos simplificados da realidade, desenvolvendo o raciocínio lógico.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Industrial Organization is the branch of Economics devoted to the study of firm behavior in markets that can be placed between the polar cases of Perfect Competition and Monopoly. By the end of the course, the student shall have a basic understanding of the way monopolist and oligopolist markets work, of how firms make their optimal decisions and of how these affect social welfare. In general terms, it is expected that students:

1) Learn basic microeconomic concepts

2) Understand the notion of strategic interdependence and learn how to reason strategically

3) *Learn how to analyze problems that are new to them in a formal way, based on (economic) models and developing their logic reasoning skills.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução ao estudo da Economia Industrial*
2. *Revisão de conceitos microeconómicos: Procura, curvas de custos, excedente do consumidor, lucro económico, equilíbrio de mercado**
3. *Definição do mercado relevante e medidas de concentração*
4. *Monopólio**
5. *Concorrência perfeita**
6. *Introdução à Teoria dos Jogos: jogos na forma normal e na forma extensiva. Equilíbrio de Nash e equilíbrio perfeito no subjogo*
7. *Modelo da empresa dominante*
8. *Modelos de escolha de quantidades: Cournot, Stackelberg*
9. *Modelo de escolha de preços: Bertrand*
10. *Conluio em preços: modelos estáticos e dinâmicos*
11. *Barreiras à entrada*
12. *Modelos de diferenciação do produto*
- Temas opcionais (2 à escolha)*
 1. *Discriminação de preços em monopólio*
 2. *Investigação e Desenvolvimento*
 3. *Fusões e aquisições*
 4. *Regulação em contexto de incerteza*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Industrial Organization*
2. *Revision of some basic economic concepts: supply, demand, market equilibrium, cost functions, consumer surplus, profits and welfare**
3. *Market definition and concentration indices.*
4. *Monopoly**
5. *Perfect Competition**
6. *Introduction to Game Theory: normal form and extensive form games. Nash equilibrium and sub game perfect equilibrium.*
7. *The dominant firm*
8. *Quantity setting models: Cournot and Stackelberg.*
9. *Price setting models*
10. *Price Collusion: static and dynamic models*
11. *Barriers to entry*
12. *Product Differentiation models*
- Optional topics (two will be included in the syllabus, depending on student preferences)*
 1. *Price Discrimination under monopoly*
 2. *Research and Development*
 3. *Mergers and Acquisitions*
 4. *Regulation under uncertainty*

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

O programa é constituído por uma sucessão de modelos de funcionamento dos mercados que vão evoluindo em termos de complexidade e de riqueza à medida que o curso progride. Para cada contexto específico, são determinados os valores de equilíbrio das variáveis estratégicas controladas pelas empresas (preço, quantidade, capacidade, qualidade, publicidade, I&D, etc...) e analisadas as consequências em termos de performance do mercado. Pretende-se que, ao encontrar o equilíbrio dos modelos propostos no programa, os alunos exercitem o raciocínio lógico (observando como os resultados dependem das hipóteses específicas de cada modelo), recorram ao pensamento estratégico (aplicando frequentemente Teoria dos Jogos) e se habituem a resolver novos problemas, fora da sua área de especialização. Naturalmente, a compreensão da resolução de tais modelos, bem como a interpretação dos seus resultados, facilitarão o domínio dos conceitos subjacentes.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus is made up of a series of models of market interaction that become more complex and rich as the course progresses. For each specific context, the equilibrium values of strategic variables such as prices, outputs, capacity, R&D, quality or publicity are derived and the consequences in terms of market performance are analyzed. The focus on solving these models has the following purpose: to exercise logical reasoning (observing how specific assumptions shape the results of different models of firm behavior), to exercise strategic thinking (by applying Game Theory concepts) and to make students practice solving problems outside their areas of comfort. Naturally, understanding how to solve these models, hand in hand with the interpretation of their equilibria, helps mastering the underlying concepts.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas da UC são de natureza teórico-prática. A matéria teórica é exposta pelo docente, estimulando-se a participação dos alunos. Recorre-se em seguida à resolução de exercícios de apoio à compreensão dos temas abordados.

A avaliação contínua é composta por 3 testes individuais com igual peso na nota, havendo a possibilidade de aprovar à disciplina por exame. Os alunos podem, opcionalmente, participar no Competitive Strategy Game, jogo de simulação de concorrência entre empresas desenvolvido em Berkeley.

As reduzidas horas de contacto assumem trabalho autónomo do aluno, para o qual será devidamente guiado.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The content of the course is taught in theoretical classes, during which interaction with students is stimulated. Problem sets with practical exercises to support understanding of the material covered in the theoretical classes are solved to illustrate the theory.

The evaluation is made up of 3 mid-term tests, each with the same weight on the final grade. Students may also choose to take the final exam. Students may optionally participate in the Competitive Strategy Game, a game that simulates competition between few firms, developed in Berkeley.

The reduced lecturing load assumes guided autonomous student work.

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

A metodologia de ensino corresponde a exposição da matéria teórica pelo docente, seguida da resolução de exercícios ilustrativos, sendo de salientar o ênfase que se faz na interpretação dos resultados obtidos. A participação no Competitive Strategy Game constitui uma forma lúdica de motivar os alunos para os temas do curso.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodology corresponds to the presentation of the theoretical aspects of the syllabus by the lecturer, followed by problem solving sessions. An emphasis is placed on the interpretation of the results. The participation in the Competitive Strategy Game is a way to motivate students for the topics studied in this course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

José Mata, Economia da Empresa, 2000, Fundação Calouste Gulbenkian

Luís Cabral, Economia Industrial, 1994, McGraw-Hill Portugal

Pedro Pita Barros, Exercícios de Economia Industrial, 1998, McGraw-Hill Portugal

Luís Cabral, Industrial Organization, 2000, The MIT press

Jeffrey Church and Roger Ware, Industrial Organization: a Strategic Approach, 2000, McGraw-Hill

Para uma introdução a Teoria dos Jogos:

Robert Gibbons, A Primer in Game Theory, January 1992, Prentice Hall / Harvester Wheatsheaf

Bibliografia alternativa:

Carlton e Perloff, Modern Industrial Organization, 3.ª Edição

Oz Shy, Industrial Organization: Theory and applications, 1995, MIT press

Para conhecer alguns temas com (muito) maior detalhe:

Jean Tirole, The theory of Industrial Organization, 1991, MIT press

Stephen Martin, Advanced Industrial Economics, Blackwell Publisher

Mapa IV - Eletromagnetismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletromagnetismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electromagnetism

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:42; TP:14; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*André João Maurício Leitão do Valle Wemans - T:42h; TP:14h; PL:28h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*No final desta unidade curricular espera-se que os estudantes consigam:*

- *aprofundar os conceitos eletromagnéticos básicos, bem como das ferramentas matemáticas necessárias (nomeadamente, cálculo vetorial, diferencial e integral).*
- *percecionar os conteúdos da disciplina como sendo fundamentais na compreensão de muitos fenómenos naturais e nas inúmeras aplicações de engenharia.*
- *interpretar os vários tópicos do curso como parte de uma teoria coerente de eletromagnetismo, ou seja, como consequência das equações de Maxwell.*
- *ser ágeis na formulação matemática e atingir perceção física através da matemática do problema.*
- *esboçar os parâmetros físicos de um problema (por exemplo, campos elétricos ou magnéticos, e distribuições de carga).*
- *escolher e aplicar as técnicas de resolução de problemas que são apropriadas para uma situação particular (exemplo: quando usar as formas integrais ou diferencial das equações de Maxwell).*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this unit it is expected that the students are able to:*

- *Deepen their understanding of basic electromagnetic concepts, as well as the necessary mathematical tools (eg, vector, differential and integral calculus).*
- *Perceive the contents of the discipline as fundamental in understanding many natural phenomena and in numerous engineering applications.*
- *Face the various topics of the course as part of a coherent theory of electromagnetism, ie, as a consequence of Maxwell's equations.*
- *Be nimble in the mathematical formulation and be able to achieve physical perception through the math problem.*
- *Be able to outline the physical parameters of a problem (eg, electric or magnetic fields, and charge distributions).*
- *Be able to select and apply the techniques of problem solving that are appropriate for a particular situation (eg when using the integral or differential forms of Maxwell's equations).*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Interação elétrica: Campo elétrico. Potencial elétrico. Corrente elétrica. Dipolo elétrico.*

Interação Magnética: Força magnética sobre uma carga em movimento. Força magnética sobre uma corrente elétrica. Lei de Gauss para o campo elétrico. Dielétricos. Capacidade elétrica e condensadores. Energia do campo elétrico. Condutividade elétrica; lei de Ohm. Força electromotriz. Leis de Kirchhoff. Circuitos CC. A lei de Ampère para o campo magnético. Fluxo magnético. Magnetização da matéria.

Campos eletromagnéticos dependentes do tempo: A lei de Faraday-Henry. Auto-Indução. Energia do campo magnético. Circuitos acoplados. Circuitos em CA: RLC e LC. Frequência de Ressonância. Princípio de conservação da carga. Corrente de Deslocamento. Equações de Maxwell na representação pontual e integral. Equações de Poisson e de Laplace.

Ondas eletromagnéticas: Equação de Onda. Energia e quantidade de movimento de uma onda eletromagnética. Radiação de um dipolo oscilante.

4.4.5. Syllabus:

Electric Interaction: Electric charge; Coulomb's law; electric field; electric potential; electric dipole; electric current; electrical conductivity; Ohm's law; Kirchhoff's laws.

Magnetic Interaction: Magnetic force on a moving charge, motion of a charge in a magnetic field; magnetic force on an electric current; magnetic field produced by currents; forces between currents.

Static Electromagnetic Fields: Flux of a vector field; Gauss' law; polarization of matter; electric displacement; electric capacity; capacitors; energy of the electric field; Ampère's law; magnetic flux; magnetization of matter.

Time Dependent Electromagnetic Fields: The Faraday_Henry Law;electromagnetic induction due to relative motion of conductor and magnetic field;electric potential and electromagnetic induction; self induction; energy of the magnetic field; the Ampère-Maxwell law.

Electromagnetic Waves: Maxwell's equations;plane electromagnetic waves; energy of an electromagnetic wave.

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

São apresentados os conceitos de força e campo elétrico estático assim como os tratamentos matemáticos necessários à compreensão dos conceitos e suas aplicações.

De seguida são apresentados os conceitos de campo magnético estático, magnetização da matéria e suas aplicações.

Por fim estuda-se o campo eletromagnético, as suas aplicações e as Leis de Maxwell, suas implicações e aplicações.

O conjunto das matérias estudadas permite uma boa introdução ao eletromagnetismo.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The concepts of force and static electric field are presented as well as the mathematical methodologies necessary to understand the concepts and their applications.

Afterwards the concepts of static magnetic field, magnetization of matter and its applications are presented.

Finally the electromagnetic field, its applications and Maxwell's Laws, its implications and applications are studied.

All the subjects studied allow a good introduction to electromagnetism.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação Contínua

Três Aulas Teóricas semanais (cada uma com a duração de 1 h) com utilização de Datashow.

Aulas Teórico-Práticas semanais com a duração de 1h com participação dos alunos na resolução dos problemas.

Aulas práticas com realização trabalhos experimentais em laboratório com grupos de 2 alunos.

Componente Teórica

Três teste sobre a matéria teórica e teórico-prática.

Componente Prática

Na primeira aula prática de cada turno serão apresentadas as regras de avaliação desta componente e confirmadas presencialmente as inscrições nos turnos, bem como constituídos os grupos de trabalho de 2 alunos por grupo.

Fórmula para nota final (NF):

NF = (0,75 NT + 0,25 NP)

ou NT=NE

NE - exame

Se NP < 9,5 , NF = Não aprovado e admitido a exame

Se NT < 9,5 , NF = Não aprovado e admitido a exame

Frequência:

se NP > 9,5

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures (3 x 1 h) with data-show.

Availability of the study material in the internet (Power Point) .

Problem solving classes (1h) with student participation.

Experimental classes in the laboratory with groups of two students per experimental work.

Each experimental class includes experimental procedure and production of a small data registration report.

Continuous Evaluation

Components

- 3 tests graded from 0 to 20 (NT1 and NT2)

Formula for the final grade (NF):

NF = (0,75 NT + 0,25 NP)

or NT=NE

NE - exam

IF NP < 9.5 , NF = Not aproved and admited to exam

IF NT < 9,5 , NF = Not aproved and admited to exam

Frequency
If NP > 9,5

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

No final do curso os alunos deverão ser capazes de descrever fenómenos eletromagnéticos do quotidiano e descrevê-los matematicamente bem como prever algumas manifestações concretas.

As componentes teóricas necessárias para atingir tais objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, com o apoio adicional dos docentes nas aulas práticas e horários de atendimento. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nos testes e exames.

As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas nas aulas teórico-práticas através da análise e discussão de problemas-tipo, e nos laboratórios através da observação e análise de alguns dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas escritas e também nos momentos de avaliação e relatórios experimentais das aulas práticas. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria e que realizam os trabalhos laboratoriais com registo e interpretação de resultados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

At the end of the course students should be able to describe electromagnetic phenomena of everyday life and describe them mathematically well as provide some concrete manifestations.

The theoretical components required to achieve these learning objectives are taught in lectures, with additional support from teachers in classes and opening hours. The acquisition of knowledge is assessed in tests and examinations.

The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in theoretical- practical classes through analysis and discussion-type problems, and in laboratory sessions through observation and analysis of some of the fundamental problems and phenomena. The assessment of these skills is ensured in the practical part of the written tests and also in times of trial and reports of experimental classes. The frequency plan to ensure that students follow the matter contents and carry out laboratory work including registration and interpretation of results.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia:

R. Resnick, D. Halliday, Física 3, 4th Ed. (disponível na biblioteca da FCT)

M. Alonso and E. Finn, Fundamental University, Volume II Fields and Waves, 2nd Ed, Addison-Wesley 1983 (disponível na biblioteca da FCT NOVA).

Mapa IV - Termodinâmica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Termodinâmica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Thermodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:42; PL:42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:*<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo - T:42h; PL:42h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A disciplina está dividida numa componente teórica e numa componente de laboratório. Os estudantes têm de ter sucesso escolar nas duas componentes.**As aulas teóricas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem resolução de problemas tipo.**Nas aulas práticas são realizados trabalhos experimentais com o objetivo de acompanhar e verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas. Em algumas aulas práticas são resolvidos problemas.**Conhecimento: Aprendizagem dos conceitos de Teoria Cinética e Termodinâmica; Aprendizagem de terminologia de Física correta; Introdução à metrologia (medida, tratamento de resultados); Familiarização com instrumentação.**Competências Transversais: Desenvolvimento do Raciocínio Científico; Treino da técnica de análise e resolução de problemas; Ligação a conceitos e instrumentos de outras disciplinas como Matemática e Informática.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***This subject is divided in a theoretic component and a laboratory component. Both components require successful assessment results.**The theory, including problems, is taught twice a week in lectures. The inscription in a given lecture class is required for the students at first inscription in the subject.**The laboratory is taught every two weeks. The inscription in a given class is mandatory for the students at first inscription in the subject. Some classes include resolution of selected exercises.**Knowledge: Concept learning related to kinetic theory and thermodynamics; Correct Physics terminology; Introduction to metrology (measurement, data analysis; uncertainties); Familiarization with instrumentation.**Transversal Competencies: Development of scientific reasoning; Analysis and resolution of problems; Connection to concepts and instruments of other curricular units such as Mathematics and Computer Science.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Revisões sobre a grandeza Energia; Energia Interna.**Teoria Cinética dos Gases: Pressão, Temperatura, Equipartição de Energia, Livre Percurso Médio, Difusão, Pressão Osmótica.**Conceitos e Léxico da Termodinâmica.**Propriedades Termodinâmicas – Pressão, Temperatura.**Equações de Estado. Expansão e Compressão.**Trabalho, Calor, Calor específico, 1.ª Lei da Termodinâmica.**Transferência de Calor: Condução, Convecção e Radiação.**2.ª Lei da Termodinâmica.**Equações TdS e Diagramas TS.**Transições de fase. Diagramas PV e TS das transições.**Máquinas Térmicas, Frigoríficas e Bombas de Calor.**3.ª Lei da Termodinâmica.**Potenciais Termodinâmicos.**Sistemas Abertos.***4.4.5. Syllabus:***Energy revisited; Internal Energy.**Kinetic Theory of Gases: Pressure, Temperature, Equipartition of Energy, Maxwell-Boltzmann Distribution, Mean Free Path, Diffusion, Osmotic Pressure.**Concepts and Wording of Thermodynamics.**Thermodynamic Properties: Pressure, Temperature.**State Equations. Expansion and compression**Work, Heat, Specific heats, 1st Law of Thermodynamics.**Heat transfer: Conduction, Convection and Radiation.**2nd Law of Thermodynamics.**TdS equations and TS diagrams**Phase transitions, PV and TS diagrams of phase transitions*

*Thermal Engines, Refrigerators and Heat Pumps.
3rd Law of Thermodynamics.
Thermodynamic Potentials.
Open systems.*

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que compreendem a resolução de problemas tipo. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é testado por meio de questionários aleatórios sobre a matéria dada na própria aula e nas horas de atendimento. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são dadas nas aulas de laboratório, através da montagem experimental, realização, observação, análise dos fenómenos fundamentais e resolução de problemas. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática por relatórios de grupo e por uma discussão final individual. A frequência obrigatória pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The theoretical components needed for the learning goals are given in the lectures, that include the resolution and discussion of some typical problems. The acquisition of knowledge is assessed in the tests/exams. The students following and understanding of the subject is monitored with random questionnaires during the lectures. The practical components are given in the laboratory sessions, with the assembling, realization and analysis of experiments, and resolution of exercises as well. This component is assessed with group reports and an individual final discussion. The mandatory frequency means to ensure that the students follow the subject.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina está dividida numa componente teórica e numa componente de laboratório. Os estudantes têm de ter sucesso escolar nas duas componentes.

As aulas teóricas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem resolução de problemas tipo.

As aulas práticas estão divididas em aulas de problemas e aulas laboratoriais. Nas primeiras são realizados problemas, bem como, em dois momentos de avaliação, dois problemas para nota. Nas aulas laboratoriais são realizados trabalhos experimentais com o objetivo de acompanhar e verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas e a desenvolver competências na montagem de laboratório e na experimentação. Os alunos entregam 4 relatórios desses trabalhos.

Além dos problemas para nota e dos relatórios a que corresponderá uma nota prática, os alunos fazem dois testes de avaliação e/ou exame para obter uma nota teórica.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is divided in a theoretical component and a practical component. Both components require successful assessment results.

The theory, including some typical problems, is taught twice a week in 1,5 h lectures.

The practical classes are divided in exercise and laboratorial classes. In exercise classes, problems from the series are made as well as, at two different dates, one problem for evaluation. In laboratorial classes, experiments are performed to clarify concepts and to develop laboratorial capacities. Students deliver 4 reports.

Besides laboratorial reports and problems for evaluation to which it will correspond a practical mark, the theoretical mark is obtained from 2 theoretical tests and/or exam.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que incluem a resolução de problemas tipo e nas aulas práticas de problemas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é testado por meio de problemas para nota. As componentes laboratoriais necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são dadas nas aulas de laboratório, através da montagem experimental, realização, observação e análise dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada por relatórios de grupo de 2/3 alunos. A frequência obrigatória pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The theoretical components needed for the learning goals are given in theoretical lectures, which include the resolution and discussion of some typical problems and in exercise classes. The acquisition of knowledge is assessed in the tests/exams. The students following and understanding of the subjects is monitored through problems for evaluation. The laboratorial components are given in laboratory sessions, with the assembling, performing and analysis of experiments. This component is assessed with group (of 2/3 students) reports. The mandatory frequency ensures that the students follow the subject.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A: Engineering Thermodynamics; F. F. Huang

B: Fundamentals of Physics; Halliday/Resnick/Walker

C: Física (um curso universitário); Alonso e Finn ed. Brasileira, 1981, vol 1

D: Sebenta Fis II em Documentação de Apoio – Acetatos

E: Physics; Kane & Sternheim

F: Physics; Paul Tipler and Gene Mosca

Mapa IV - Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Society, Sustainability and Digital Transformation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CHS

4.4.1.3. Duração:

Trimestral/Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José Luís Câmara Leme - TP:42h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Objetivos: levar os alunos a questionarem-se sobre as relações entre ciência, tecnologia, em particular tecnologia digital, ambiente e sociedade e suas implicações para um futuro sustentável e crescentemente informatizado.

Aquisição de conhecimentos: compreender a estrutura da tecnociência e sua relação com os contextos económico, político, social e cultural; compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; compreender a natureza sistémica, holística e transdisciplinar das questões de sustentabilidade; compreender os princípios e resultados do processo de transformação digital.

Aquisição de competências: perspetivar o relacionamento entre ciência, tecnologia e sociedade e suas interações com o ambiente e sustentabilidade; desenvolver o sentido de ética e responsabilidade social e ambiental; relacionar a prática profissional com uma cidadania crítica e consciente; compreender o processo de transformação digital e as suas implicações.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Objectives: to lead students to ask themselves about the relationship between science, technology, in particular digital technology, environment and society, and its implications for a sustainable and increasingly computerized future.

Specific capabilities:

(i) knowledge acquisition: understanding the structure of technoscience and its relationship with the economic, political, social and cultural contexts; master the interrelationships between science, technology and society; understand the principles and results of the digital transformation process.

(ii) acquisition of skills: to envision the relationship between science, technology and society and their interactions

with the environment and sustainability; develop the sense of ethics and social and environmental responsibility; relate professional practice to the practice of critical and conscious citizenship; understand the digital transformation process and its social and individual implications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Módulo Sociedade:

1. Globalização e Desafios Climáticos
2. Mobilidade e Justiça
3. Cibersegurança
4. Melhoramento Humano/ Human Enhancement

Módulo Sustentabilidade:

Visões de futuro e caminhos de sustentabilidade - limites do crescimento e implicações dos padrões de produção e consumo; crescimento verde e decrescimento sustentável. Pensamento sistémico para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) partindo das forças motrizes e analisando as implicações ambientais, sociais e económicas.

Módulo Transformação Digital:

Abordar a forma como as tecnologias digitais transformam o mundo atual e investigar sobre o futuro digital, incluindo aspetos sociais. Serão considerados exemplos no trabalho, aprendizagem, lazer e organização social.

4.4.5. Syllabus:

Society Module

1. Globalization and Climate Challenges
2. Mobility and Justice
3. Cybersecurity
4. Human Enhancement

Sustainability:

Sustainability visions and pathways Limits to growth limits and Spaceship Earth; implications of production and consumption patterns, green growth and sustainable degrowth proposals.

Systems Thinking for the SDGs, starting from the driving forces and analyzing its environmental, social and economic implications.

Digital Transformation Module

Address how digital technologies transform the current world and research the digital future, including social aspects. Examples of work, learning, leisure and social organization will be considered.

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

Tendo em conta que os objetivos da disciplina são levar os alunos a interrogarem-se sobre a natureza e a extensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade no mundo atual, estimulando a sua reflexão crítica no contexto da sua futura experiência profissional e de cidadania, escolheu-se um conjunto de tópicos considerados críticos para esta reflexão. Estes tópicos são abordados a partir da contemporaneidade, mas densificados com uma perspetiva histórica que dê aos alunos uma visão diacrónica e dinâmica das relações entre ciência tecnologia e sociedade. Os tópicos foram escolhidos tendo em conta a sua pertinência atual e a vontade de cobrir um leque de áreas diversificado, mas passível de serem estabelecidas pontes e diálogos entre os vários temas. As experiências individuais dos alunos são valorizadas e o debate é encorajado.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Given that this course aims at unveiling the nature and extent of the relationship between science, technology and society, thus stimulating students to engage in a critical reflection about their future professional practice and citizenship, we chose a set of topics we deem critical to this discussion. These topics are approached from a contemporary perspective but include a historical perspective that allows students a diachronic and dynamic perspective of the relations between science, technology and society. The topics are chosen taking into account their relevance, the need for covering a diversified range of areas, and the possibility to establish bridges and dialogues between the various themes. The individual experience of the students is valued and the debate is encouraged.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC está organizada em três Módulos. Para toda a UC os grupos são constituídos por 5 ou 6 alunos.

Sociedade

Este módulo é constituído por 4 temas. Os alunos fazem apenas um tema. A pesquisa realizada pelo grupo será apresentada sob a forma de um Pecha Kucha. Horas de contacto: 21h.

Sustentabilidade

Exercício de modelação participada sobre os ODS em que os alunos desenvolvem um diagrama causal recolhendo informação em estudo autónomo para substanciar o modelo e discutir medidas. Avaliação: apresentação dos

trabalhos utilizando o diagrama causal como suporte da narrativa. Horas de contacto: 12h.

Transformação Digital

A avaliação deste módulo será feita através da apresentação de um poster por grupo, em sessão pública. Cada poster deve incluir um exercício de sistematização de uma tecnologia digital, da transformação que provoca e do impacto futuro, de acordo com os temas indicados. Horas de contacto: 12h.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit is organized into three Modules. For the whole curricular unit the groups consist of 5 or 6 students.

Society

This module consists of four themes. Students assist only one themes. The research conducted by the group is presented in the form of a Pecha Kucha. Contact hours: 21h

Sustainability

Building a vision of a sustainable future. Participatory modeling exercise on SDGs in which students develop a causal loop diagram and collect information in autonomous study to substantiate the model and discuss measures.

Evaluation: presentation of the works using the causal loop diagram to support the narrative. Contact hours: 12h

Digital transformation

The evaluation of this module will be done through the presentation of one poster per group, in a public session. Each poster must include an exercise in systematizing digital technology, the transformation it causes and the future impact, according to the suggested themes. Contact hours: 12h.

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

As metodologias de ensino visam sensibilizar os alunos para os tópicos da disciplina através de uma estratégia de envolvimento dos alunos na compreensão ativa dos vários temas, usando elementos que lhes sejam familiares, nomeadamente filmes, documentários e peças de literatura. Uma vez estabilizados estes elementos, que permitem aos alunos o manuseamento de um conjunto de conceitos básicos, introduzem-se elementos novos que, assim, são acomodados no quadro já sedimentado. Finalmente, toda a estratégia de ensino visa estimular a análise crítica das relações contemporâneas entre ciência, tecnologia, sociedade, transformação digital e sustentabilidade no sentido de estimular a responsabilidade social e ética dos futuros cientistas e engenheiros.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching method aims at involving students in the topics of the course promoting an active understanding of the various topics, by using familiar knowledge to them in particular movies, documentaries and books. Once these elements are stabilized, thus allowing students to handle a set of basic concepts, we introduce new elements that should be accommodated in the framework already settled. Finally, the whole teaching strategy aims to stimulate critical analysis of the relationship between science, technology, society, digital transformation, and sustainability and the development of a social and ethical consciousness among these scientists and engineers to be.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Peter Singer, One world - the ethics of globalization; New Haven & London: Yale University Press, 2002.

Manjikian, Mary. Cybersecurity Ethics: an Introduction, Routledge, 2016

Julian Savulescu e Nick Bostrom, Human Enhancement, Oxford University Press, 2009

Mimi Sheller, Mobility Justice. The Politics of Movement in an Age of Extremes. London; Brooklyn, NY: Verso, 2018

Meadows, D. H., Thinking in systems: A Primer. Earthscan. 2008.

Robert, Costanza, and Kubiszewski Ida, eds. Creating a sustainable and desirable future: Insights from 45 global thought leaders. World Scientific, 2014.

Aligning the Organization for Its Digital Future, Gerald C. Kane, Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron, and Natasha Buckley, MIT Sloan Management Review, July 26, 2016

Achieving Digital Maturity, Gerald C. Kane, Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron, Natasha Buckley, October 01, 2017, MIT Sloan Management Review

Artigos/Research Papers (ACM DL and other sources).

Mapa IV - Análise Matemática IV B

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática IV B

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis IV B

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Fabio Augusto da Costa Carvalho Chalub – TP:42; PL:14

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes consigam:*

- modelar um problema real utilizando equações diferenciais;
- resolver uma equação diferencial utilizando as principais técnicas de solução;
- analisar o resultado obtido em particular sua interpretação consoante o problema original.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this course is expected that students be able to:*

- Model a real world problem using differential equations
- Solve a differential equations using the most common methods
- Analyse the solution with respect to the original problem.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Equações diferenciais ordinárias de primeira ordem. Diferenciais exatas. Fator integrante. Equações de variáveis separáveis; homogéneas; lineares de primeira ordem.
2. Equações diferenciais de segunda ordem; lineares. O método da variação das constantes.
3. Soluções por desenvolvimento em série.
4. Equações diferenciais lineares de ordem mais alta.
5. Sistemas de equações diferenciais lineares de coeficientes constantes. Equações diferenciais em coordenadas polares: movimento sob forças centrais. Estabilidade das soluções. Linearização de sistemas não-lineares próximo ao equilíbrio.
6. Transformadas de Laplace e o seu uso nas equações diferenciais.
7. Equações com derivadas parciais: calor, de onda e Laplace. Coordenadas esféricas.
8. Séries e transformadas de Fourier e seu uso nas equações diferenciais.
9. Cálculo variacional. O princípio da mínima ação; as equações de Euler-Lagrange. A braquistócrona.
10. A Transformada de Radon.

4.4.5. Syllabus:

1. First order differential equations. Exact differentials. Integrating factors. Separation of variables. Homogeneous equations. Linear equations. Qualitative theory.
2. Second order differential equations. Linear equations and Euler equation. Variation of constants.
3. Solution in series.
4. Higher order linear equations.
5. Systems of linear equation with constant coefficients. Differential equations in polar coordinates. Linearization of non-linear systems near equilibria.
6. Laplace transform and its use in differential equations. Dirac delta.
7. Partial differential equations. Heat, wave and Laplace equations. Laplacian in spherical coordinates.
8. Fourier series and transforms: applications do differential equations.
9. Introduction to variational calculus. The law of sinus (Snell-Descartes). Catenary. The principle of minimum action. Euler-Lagrange equation and the lagrangean. Brachistochone curve.
10. Introduction to inverse problems. Radon transform.

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

Alguns tópicos (1-3, 5, 7) do programa introduzem diversas classes de equações diferenciais, introduzindo graus de complexidade matemática paulatinamente. Outros tópicos (4, 6, 8) introduzem técnicas mais gerais para solução de problemas anteriormente estudados, mas que não haviam sido satisfatoriamente resolvidos. Estas técnicas também são particularmente importantes em aplicações aos problemas de engenharia. Finalmente, os tópicos 9 e 10 apresentam aplicações a problemas reais.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Topics 1-3, 5 and 7 introduce different examples of differential equations, from the simpler to them complex. Topics 4, 6 and 8 introduce specific techniques that are more powerful and allows a better understanding of differential equations already studied. Furthermore, these techniques are particularly usefull in the applications. Finally, in topics 9 and 10, some real world applications are provided.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino consiste na lecionação de aulas teórico-práticas, onde é apresentada e explicada toda a matéria referida nos conteúdos programáticos. São fornecidas fichas de exercícios aos alunos para serem trabalhadas fora das salas de aula, com o conhecimento adquirido previamente nas aulas teóricas. São lecionadas aulas práticas, onde o professor esclarece as dúvidas acerca das fichas fornecidas previamente, além disso são resolvidos no quadro os exercícios considerados mais relevantes.

Os alunos dispõem ainda do designado horário de dúvidas onde podem esclarecer as suas dúvidas com o professor. Os alunos são avaliados por dois ou três testes durante o semestre, obtendo a aprovação quem tiver média positiva. É possível estabelecer nota mínima em alguns dos testes. Os alunos que não obtiverem aprovação podem realizar um exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The professor gives the course by lectures, where he explains all topics referred to in the syllabus. Problem sheets are provided to students to be worked outside the classroom with prior knowledge acquired during the course. Practical classes are taught, where the teacher clarifies the doubts about the problems given previously and the more relevant problems are solved in the blackboard.

Students still have the so-called "horário de dúvidas" where they can clarify their doubts with the teacher.

The assessment consists in two or three tests, with or without minimum grade in each one. If the average is positive, then students are approved; otherwise, they have a second chance "exame de recurso".

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

Os métodos de ensino apresentados permitem aos alunos apreender todos os conteúdos programáticos. Visam uma profunda compreensão das noções teóricas e suas aplicações nomeadamente através da resolução de problemas. Assim, os estudantes ficam aptos para atingir todos os objetivos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methods presented allow students to understand all the contents. The aim of these methods is to provide a deep understanding of theoretical concepts and their applications namely through clear expositions of the theoretical concepts and their application solving problem. Thus, the students are able to achieve all objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Apostol, T.M., Calculus, Volume I and Volume II, Blaisdell Publishing Company.

Howard, Anton, Calculus: A New Horizon, John Wiley and Sons.

Taylor, A.E., Man, W.R., Advanced Calculus, John Wiley and Sons.

Stewart, J. Cálculo, Thomson Learning.

Ferreira, M. A. e Amaral, I, Matemática, Integrais múltiplos, equações diferenciais, Edições Síabo

Algumas referências extra:

Pontos 7, 8 e 10. Butkov, E. Mathematical Physics.

Ponto 9. The Mathematics of Medical Imaging: A Beginner's Guide, Timothy G. Feeman, Springer.

Mapa IV - Cálculo Numérico B

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo Numérico B

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Elsa Estevão Fachadas Nunes Moreira - TP:56h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos que lhe permitem compreender e aplicar métodos numéricos para resolver problemas matemáticos nomeadamente:

1. Aproximação de funções;
 2. Aproximação de integrais (integração);
 3. Resolução de equações não lineares;
 4. Resolução de sistemas de equações lineares;
 5. Aproximação da solução de equações diferenciais ordinárias com condição inicial.
- O aluno está ainda apto a implementar algoritmos obtidos a partir dos métodos numéricos abordados.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

At the end of this course, the student will have acquired knowledge that allows him to understand and apply numerical methods to solve mathematical problems, namely:

1. Approximation of functions;
 2. Approximation of integrals (integration);
 3. Resolution of non-linear equations;
 4. Resolution of linear equations systems;
 5. Approximating the solution of ordinary differential equations with initial condition.
- The student is also able to implement algorithms obtained from the numerical methods covered.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Teoria dos erros: erros, casas decimais significativas e algarismos significativos;
- Condicionamento de um problema e estabilidade de um método;
- Introdução a um programa computacional para o Cálculo Numérico;
- Interpolação e aproximação polinomial – Interpolação, Polinómio de Lagrange, Splines cúbicos, Método dos mínimos quadrados;
- Integração Numérica - fórmulas de Newton-Cotes simples e compostas: regra do ponto médio, regra dos trapézios, regra de Simpson; Método de Gauss;
- Resolução de equações não lineares - Métodos da bissecção, do ponto fixo e de Newton;
- Resolução de sistemas de equações lineares - Normas vetoriais e matriciais, Condicionamento de um sistema, Localização de valores próprios, Métodos iterativos: Caso geral, Métodos de Jacobi e Gauss-Seidel;
- Resolução numérica de equações diferenciais ordinárias com condição inicial: Métodos de Euler, Taylor e Runge-Kutta.

4.4.5. Syllabus:

- Errors and significant digits;
- Conditioning of a problem and stability of a method;
- Introduction to a computational program for Numerical Analysis;
- Polynomial approximation and interpolation - Interpolation and Lagrange polynomial, Divided differences, interpolating polynomial of Newton, Cubic Splines, Least squares approximation;
- Numerical integration - Newton-Cotes integration formulas (Single and composite rules) and Gaussian integration. Other integration methods;
- Root finding for nonlinear equations - Bisection method, Fixed-point iteration method, Newton method, and Secant method;
- Iterative methods for solving linear systems of equations - Norms of vectors and matrices. Conditioning of a system,

Eigenvalues and eigenvectors, Gershgorin theorem, Iterative methods: general method, Jacobi, Gauss-Seidel and relaxation methods;

• Numerical solution of ordinary differential equations - Euler methods, Taylor methods and Runge-Kutta methods.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objetivos da UC e são, na nossa opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos de base.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The standard material we are offering is enough to accomplish the objectives of the course and enable an average student to acquire basic knowledge.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas dividem-se em dois tipos: componente teórica, onde a teoria é apresentada e componente prática, onde exemplos são trabalhados em detalhe. É atribuída frequência aos alunos que tenham comparecido a pelo menos 2/3 das aulas lecionadas durante o semestre, aos alunos com estatuto de trabalhador/estudante ou qualquer outro reconhecido pelas regras de avaliação da Faculdade e aos alunos que no ano anterior tenham obtido frequência. A avaliação consiste na realização de dois testes e um trabalho computacional. O aluno obtém a classificação final igual a $NF=0.45 \times NT1 + 0.45 \times NT2 + 0.10 \times NTC$, onde NT1, NT2 designam as classificações obtidas nos testes 1 e 2, respetivamente, e NTC a classificação do trabalho computacional. A nota final arredonda às unidades, constitui a "avaliação contínua". Há ainda a possibilidade de um exame de recurso no fim do semestre desde que tenha frequência.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

There are two kinds of lectures: general classes, where the theory is presented and exercises classes, where specific examples are worked in full detail. Evaluations consists in two tests and one computational project. The student final grade is given by $NF=0.45 \times NT1 + 0.45 \times NT2 + 0.10 \times NTC$, where NT1, NT2 represent the grades obtained from test 1 and 2, respectively, and NTC the grade of the computational project. NF is the so called "avaliação contínua". For students who fail in the "avaliação contínua", there is a general exam in the end of the semester ("exame de recurso").

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas Teóricas, com o apoio adicional do docente em horários de atendimento. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas nas aulas práticas através da resolução de problemas com o apoio do docente. A aquisição dos conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames) e no trabalho computacional. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

In the general classes, the necessary material for deeper understanding will be presented. In the exercise's classes, examples will be worked in full detail. Students will also have the option to discuss specific doubts with the professors outside normal lecture hours. Evaluation of knowledge will be based on the tests/general exam and the computational project. The frequency is intended to ensure that students follow the material.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Atkinson K., An Introduction to Numerical Analysis, Wiley, Second Edition, 1989.

Burden R. e Faires J., Numerical Analysis, Brooks-Cole Publishing Company, 2011.

F. Correia dos Santos,, Jorge Duarte, Nuno D. Lopes, Fundamentos da Análise Numérica com PYTHON 3 e R, Coleção Matemática, Edições Sílabo, 2.ª edição, 2019.

Pina H., Métodos Numéricos, Mc Graw Hill, 1995.

Owen Jones, Robert Maillardet, Andrew Robinson, Introduction to scientific programming and simulation using R, 2nd edition, CRC Press, 2014

Michael J. Crawley. The R book, 2nd edition, Wiley, 2012.

Mapa IV - Eletrónica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletrónica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electronics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração:*Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; PL:42***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Arnaldo Manuel Guimarães Batista - T:28h; PL:42h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Nesta disciplina inicia-se o estudo de circuitos eletrónicos construídos com dispositivos semicondutores. É introduzido o funcionamento dos componentes semicondutores básicos (diodos, transístores de junção bipolar (TJBs) e de efeito de campo (MOSFETs). Com base nas características elétricas destes componentes, pretende-se que o aluno aprenda a analisar e/ou dimensionar circuitos eletrónicos simples, tais como retificadores de sinal ou amplificadores de baixa frequência. O aluno aprende igualmente a dimensionar amplificadores com arquiteturas multiandar. Por fim, o aluno é confrontado com a análise de circuitos com amplificadores operacionais. O aluno desenvolve a capacidade de analisar e resolver problemas, executar projetos simples, trabalhar em equipa e autonomamente, elaborar relatórios e apresentar os trabalhos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The goal of this course is to explain the basic electronic components, such as diodes and transistors (BJTs and MOSFETs). It is required that students learn the electrical characteristics of these components, as well as knowing to implement simple electronic circuits, based on several types of transistors and diodes. The student learns to design multistage amplifiers as well as to analyze and design basic circuits employing operational amplifiers. The student will develop the ability to solve problems, work in a team and autonomously. Students will also learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention is given to the ability of written and oral presentation of the work.

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Introdução aos Circuitos Elétricos.*

Diodos. Circuitos com diodos: retificadores, estabilizadores e limitadores. O Diodo Zener. O Diodo Zener como estabilizador de tensão.

Transístores de Junção Bipolar: métodos de polarização e modelo de pequenos sinais. Configuração em Emissor Comum, Base Comum e Coletor Comum. Fontes de corrente. Amplificadores multi-andar. Adaptação de Impedância. Fontes de Corrente.

Transístores de Efeito de Campo. MOSFET (Enhancement e Depletion) de canal n e p. Polarização e modelo de pequenos sinais. Amplificadores.

Par Diferencial: polarização e modelo de pequenos sinais.

Introdução ao Amplificador Operacional: Montagem Inversora e não Inversora, Somador, Amplificador de Diferença, Amplificador de Instrumentação, Modo Comum, Slew-Rate.

Circuitos Lógicos CMOS.

Segurança Elétrica de Pacientes.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to Electric Circuits.

Diodes. Circuits with diodes. Rectifiers, Stabilizers, Limiting and Clamping Circuits. The Zener diode and applications.

Bipolar Junction Transistor : polarization and small signals model. Common Emitter, Common Base and Common Collector. Current Sources. Multi-Stage Amplifier. Impedance matching.

Field Effect Transistor: MOSFET (Enhancement and Depletion) channel n and p. Polarization and small signal models. Amplifiers.

Differential Pair: polarization and small signal model.

Introduction to Operational Amplifiers. The inverting and non-inverting configuration. The adder. Difference Amplifier. Instrumentation Amplifier. Common Mode. Slew-Rate.

CMOS Logic Circuits.

Patient Electric Safety.

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

Nas aulas teóricas: depois da exposição teórica da matéria, o docente apresenta um conjunto de exemplos/exercícios que permitem aos alunos compreenderem melhor a matéria e desenvolverem capacidade de raciocínio.

Nas aulas práticas os exercícios executados e propostos abrangem exaustivamente toda a matéria dada exigindo dos estudantes uma maior compreensão dos conceitos e técnicas de projeto de circuito. O contínuo apoio do docente permite ajudá-los a concluírem com sucesso os diferentes problemas propostos. Os alunos desenvolvem a capacidade de resolver problemas e com autonomia.

Nas aulas de laboratório os alunos têm contacto com as experiências que ilustram os pontos principais da matéria e que lhes permitem consolidar os conceitos principais e desenvolver a capacidade de trabalhar em equipa. Os alunos aprendem também a melhorar a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Deu-se atenção à capacidade de apresentação escrita dos trabalhos realizados.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In theoretical classes the lecturer explains the theoretical concepts and then shows some examples/exercises in order for the students to better understand better the concepts and techniques of this course and develop reasoning skills.

In the practical classes, the exercises allow the students a greater understanding of the concepts and techniques of circuit design. The continued support of the lecturer helps them successfully complete the different problems proposed. The students develop the ability to solve problems and autonomously.

In the laboratory classes the students have contact with experiments that illustrate the course key points and allow them to consolidate the key concepts and develop the ability of teamwork. Students also learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention was given for the written presentation of the work.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos teóricos da matéria da UC são explicados pelos professores nas aulas teórico-práticas, sendo depois explicitada a aplicação destes conceitos através de exercícios e exemplos práticos de circuitos.

Resolução de problemas pelos alunos nas aulas práticas, disponibilizados na página da disciplina, antes das aulas. Aulas laboratoriais com pré-preparação e elaboração de relatório pelos alunos. Elaboração de projeto final.

Avaliação contínua nas aulas práticas, realização de trabalhos laboratoriais com elaboração de relatório experimental, realização de trabalho final laboratorial com discussão, dois testes ou exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical concepts of the course syllabus are explained in the theoretical-practical classes and then the application of these concepts is clarified through exercises and practical examples of circuits.

Resolution of sets of problems, available in the web page of the course, before the classes. Laboratorial classes with preparation in advance and report done by the students. Final project (Lab) . Continuous assessment in practical classes, laboratory work with writing report, three tests or final exam.

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

Nas aulas teóricas: depois da exposição teórica da matéria, o docente apresenta um conjunto de exemplos/exercícios que permitem aos alunos compreenderem melhor a matéria e desenvolverem capacidade de raciocínio.

Nas aulas práticas os exercícios executados e propostos abrangem exaustivamente toda a matéria dada, exigindo dos estudantes uma maior compreensão dos conceitos e técnicas de projeto de circuito eletrónico. O contínuo apoio do docente permite ajudá-los a concluírem com sucesso os diferentes problemas propostos. Os alunos desenvolvem a capacidade de resolver problemas e com autonomia.

Nas aulas de laboratório os alunos têm contacto com as experiências que ilustram os pontos principais da matéria, e que lhes permitem consolidar os conceitos principais e desenvolver a capacidade de trabalhar em equipa. Os alunos aprendem também a melhorar a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Deu-se atenção à capacidade de apresentação escrita dos trabalhos realizados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

In theoretical classes: the lecture explains the theoretical concepts and then shows some examples/exercises in order for the students to better understand the concepts and techniques of this course and develop reasoning skills.
In the practical classes: the exercises allow the students a greater understanding of the concepts and techniques of electronic circuit design. The continued support of the lecturer helps them to successfully complete the different problems proposed. The students develop the ability to solve problems and do it autonomously.
In the laboratory classes the students have contact with experiments that illustrate the course key points and allow them to consolidate the key concepts and develop the ability of teamwork. Students also learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention was given for the written presentation of the work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Sedra & Smith: Microelectronic Circuits. Oxford University Press

Razavi, Fundamentals of Microelectronics, Wiley

M. Medeiros Silva, Introdução aos Circuitos Eléctricos e Electrónicos, Fundação C. Gulbenkian

Mapa IV - Vibrações e Ondas**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Vibrações e Ondas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Vibrations and Waves

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Maria Isabel Simões Catarino - T:28h; PL:28h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Pretende-se que os alunos que frequentam esta UC:

- Obtenham conhecimentos sólidos do comportamento oscilatório de sistemas físicos e da geração e propagação de ondas;*
- Reconheçam o formalismo matemático associado às vibrações e às ondas;*
- Usem o formalismo matemático para solucionar problemas analíticos em fenómenos vibratórios e ondulatórios;*
- Reconheçam a diversidade transversal de exemplos de fenómenos oscilatórios e ondulatórios;*
- Sejam capazes de identificar problemas oscilatórios e ondulatórios e apliquem os princípios gerais das vibrações e ondas a aplicações físicas específicas, com a metodologia matemática essencial.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

It is intended that students attending this UC:

- Obtain solid knowledge of the oscillatory behavior of physical systems and the generation and propagation of waves;
- Recognize the mathematical formalism associated with vibrations and waves;
- Use mathematical formalism to solve analytical problems in vibratory and wave phenomena;
- Recognize the transversal diversity of examples of oscillatory and wave phenomena;
- Be able to identify oscillatory and wave problems and apply the general principles of vibrations and waves to specific physical applications, with essential mathematical methodology.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. O oscilador harmónico simples
2. O oscilador harmónico amortecido
3. O oscilador harmónico forçado
4. Osciladores acoplados
5. Ondas progressivas
6. Ondas estacionárias
7. Interferência e difração
8. Dispersão

4.4.5. Syllabus:

1. Simple Harmonic Motion
2. The Damped Harmonic Oscillator
3. Forced Oscillations
4. Coupled Oscillators
5. Travelling Waves
6. Standing Waves
7. Interference and Diffraction of Waves
8. The Dispersion of Waves

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

O estudo do oscilador harmónico simples permite apresentar ao aluno como é que algumas noções elementares previamente adquiridas na Mecânica se vão integrar numa estrutura mais vasta. Nos capítulos seguintes, as situações físicas e respetivos modelos matemáticos vão progressivamente ganhando complexidade de modo a tentarem explicar os fenómenos reais. Esta unidade curricular culmina com o estudo de fenómenos de interferência e dispersão de ondas e prepara o aluno para reconhecer e aplicar os modelos físicos e matemáticos a fenómenos do dia-a-dia bem como a levar estes conhecimentos para as UC de Mecânica Quântica e Física Atómica, que abordará mais tarde no curso. A descrição matemática de ondas faz uso de funções variáveis no tempo e dependentes de uma ou mais dimensões espaciais, em que as soluções que as satisfazem são mais complexas que as funções anteriormente aprendidas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The study of the simple harmonic oscillator allows the student to show how some elementary notions previously acquired in Mechanics will be integrated into a wider structure. In the following chapters, the physical situations and their mathematical models progressively gain complexity in order to try to explain the real phenomena. This course culminates with the study of wave interference and dispersion phenomena and prepares the student to recognize and apply physical and mathematical models to day-to-day phenomena as well as to take this knowledge to the Quantum and Physical Mechanics UC Atomic, which will address later in the course. The mathematical description of waves makes use of functions that vary in time and depend on one or more spatial dimensions, in which the solutions that satisfy them are more complex than the previously learned functions.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A abordagem pedagógica é a de ensino-aprendizagem ativos: Os alunos são estimulados ao estudo autónomo após a aula "teórica", numa aplicação de gamification recebendo rápido feedback e pontuados num ranking atualizado e divulgado a cada capítulo.

São abordados conceitos, lançado um quiz, demonstração matemática exemplificativa no quadro, a possível demonstração experimental com equipamento em palco ou em vídeo, a contextualização das aplicações e eventual simulação computacional dos fenómenos em estudo, se disponível.

As aulas práticas baseiam-se na resolução de problemas em quadro, tendo presença mínima obrigatória. São lançados quizzes massivos durante estas sessões.

São realizados 2 testes (ou exame) cuja média, NT, é ponderada a 80% para a classificação final, sendo os restantes 20% provenientes da média de 8 fichas de estudo, NF.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The pedagogical approach is that of active teaching-learning: Students are encouraged to study independently after the "theoretical" class, in a gamification application receiving quick feedback and scored in an updated ranking and disseminated to each chapter.

Concepts are approached, a quiz was launched, an exemplary mathematical demonstration on the board, the possible experimental demonstration with equipment on stage or on video, the contextualization of applications and possible computer simulation of the phenomena under study, if available.

Practical classes are based on problem solving on the blackboard, with a minimum mandatory presence. Massive quizzes are launched during these sessions.

Two tests (or exam) are carried out whose average, NT, is weighted at 80% for the final classification, the remaining 20% coming from the average of 8 study sheets, NF.

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

A abordagem pedagógica é a de ensino-aprendizagem ativos, que comprovou um melhor desempenho dos estudantes de ciências, engenharia e matemática[1].

[1] Active learning boosts performance in STEM courses, Scott Freeman et al., Proceedings of the National Academy of Sciences Jun 2014, 111 (23) 8410-8415; DOI: 10.1073/pnas.1319030111.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The pedagogical approach is that of active teaching-learning, which has proven a better performance of students in science, engineering and mathematics[1].

[1] Active learning boosts performance in STEM courses, Scott Freeman et al., Proceedings of the National Academy of Sciences Jun 2014, 111 (23) 8410-8415; DOI: 10.1073/pnas.1319030111,

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia de referência adoptada é:

G. C. King, Vibrations and Waves, Wiley, 2009

Este livro serve de base à lecionação, sendo que os alunos são encorajados a consultar outros, nomeadamente:

A.P. French, Vibrations and Waves, MIT, 2003

H.J. Pain, The Physics of Vibrations and Waves, John Wiley & Sons, 2005

Iain G. Main, Vibrations and Waves in Physics, Cambridge University Press, 1993

Mapa IV - Física Estatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Statistical Physics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Gregoire Marie Jean Bonfait - TP:56h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Compreensão mais profunda da natureza estatística das leis da termodinâmica.**Visão microscópica da natureza e dos fenómenos**Aplicação dos métodos da física estatística para uma ampla gama de problemas interessantes:**Paramagnetismo (e Ferromagnetismo)**Leis do gás ideal**Elétrões nos sólidos (estatística de Fermi-Dirac)**Radiação do corpo negro (estatística de Bose-Einstein)**Supercondutividade e Superfluidez**Bases para a compreensão dos fenómenos em Física da matéria condensada.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Deeper understanding of the statistical nature of the laws of thermodynamics.**Microscopic vision of the nature and of its phenomena**Application of statistical physics techniques for a wide range of interesting problems:**Paramagnetism (and Ferromagnetism)**Ideal gas laws**Electrons in solids (Fermi-Dirac statistics)**Blackbody radiation (Bose-Einstein statistics)**Superconductivity and Superfluidity**Basis for Condensed Matter understanding***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Capítulo I - Passeio aleatório: Variáveis aleatórias e funções de distribuição . Passeio aleatório simples e geral**Capítulo II – Termodinâmica Revisão**Capítulo III- Sistema microcanónico– Sistema isolado, micros estados e macros estados, entropia. Postulados fundamentais. Entropia, Temperatura, Pressão e potencial químico.**Capítulo IV- Sistema canónico. Função de partição. Cálculo das grandezas da termodinâmica clássica. Aplicações**Capítulo V- Gás ideal clássico– Estados a uma partícula. Função de partição duma partícula. Contagem dos estados . Estatística de Maxwell-Boltzman. Termodinâmica do gás ideal clássico. Validade do regime clássico.**Capítulo VI- Sistema macro-canónico– Grande função de partição. Partículas independentes. Estatística de Fermi-Dirac e de Bose. Condensação de Bose Einstein.**Capítulo VII – Gás de Fermiões. Elétrões nos metais. Modelo de Sommerfeld. Calor específico. Magnetização***4.4.5. Syllabus:***Chapter I - Random walk: Random variables and distribution functions. Simple and general random walk**Chapter II - Thermodynamics (Summary!)**Chapter III-Microcanonical system - Micros and macros states, entropy. Fundamental postulates. Entropy, temperature, pressure and chemical potential.**Chapter IV-Canonical system. Partition function. Classical thermodynamics.**Chapter V-Classical ideal gas. One particule states. Partition function of one particle. Counting the states. Maxwell-Boltzmann statistics. Thermodynamics of the classical ideal gas. Validity of the classical regime.**Chapter VI-Macro-canonical system. Grand function of partition. Independent particles. Fermi-Dirac and Bose Einstein statistics. Bose Einstein condensation.**Chapter VII - Fermionic gas. Electrons in metals. Sommerfeld model. Specific heat. Magnetization.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os estudantes conhecem (muito) bem as partículas envolvidas no mundo microscópico (electrões, átomos, spin, moléculas) assim como os parâmetros utilizados para descrever os estados macroscópicos (Temperatura, pressão, energia, ...). Esta disciplina junta estas duas visões e estes conhecimentos para construir pouco a pouco uma imagem unificadora destes dois extremos.**Estuda-se primeiro o sistema isolado, que depois é posto em contacto com um sistema muito maior (termostato). Por fim, o sistema é aberto para permitir a variação do número de partículas.*

Este último sistema permite introduzir facilmente a física de base de sistemas fundamentais como os eletrões nos metais ou os semicondutores.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Students know (well) the particles involved in the microscopic world (electrons, atoms, spin, molecules) as well as the parameters used to describe the macroscopic states (temperature, pressure, energy, ...). This course joins these two views and these knowledge to build stone by stone a picture unifying these two extremes.

We start first by studying the isolated system, which is then brought into contact with a much larger system (thermostat). Finally, the system is open to allow variation in the number of particles.

This latter system allows to easily introduce the physical basis of key systems such as electrons in metals or semiconductors.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição da matéria "teórica" durante 45 min. Tudo (ou quase) no quadro sem pwp

Exercícios de aplicação durante o resto da aula. Os primeiros exercícios são muito "básicos" de maneira a esclarecer e estabilizar os conceitos definidos durante a exposição teórica.

Durante estas duas partes, perguntas são feitas para sondar e corrigir a compreensão que os alunos têm de alguns fenómenos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exposition of the "theory" for 45 min. On blackboard only (almost)

Application exercises during the rest of the class. The first exercises are very "basic" in order to clarify and stabilize the concepts introduced during the first part of the lesson.

During these two parts, questions are made to probe and correct (mis-) understanding that students have about some phenomena.

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

O facto de fazer exercícios logo a seguir às aulas teóricas permitem uma melhor assimilação dos conceitos e uma desmitificação mais rápida da matemática utilizada.

O número relativamente elevado de minitests (5) ajuda também a forçar os alunos a acompanhar a matéria.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Doing the exercises immediately after the lectures allows better assimilation of the concepts and a faster demystification of the mathematics used.

The relatively high number of mini-tests (5) also helps to force students to work regularly.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Casquilho, J.P e Cortez Teixeira P.I., Introdução à Física Estatística, IST Press, Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia (2011)

Apontamentos manuscritos do Prof. Bonfait

Mandl, Statistical Physics, 2nd edition (Wiley, 1988)

Higher level: Reif, F., Statistical and Thermal Physics (McGraw-Hill, 1985).

Mapa IV - Mecânica Quântica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica Quântica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Quantum Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester**4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:42; TP:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José Paulo Moreira dos Santos - T:42h; TP:28h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências na:*

- *descrição de sistemas físicos com dimensões da ordem de grandeza dos átomos e moléculas;*
- *interpretação de resultados experimentais que envolvam a interação de partículas e radiação eletromagnética com sistemas físicos com dimensões da ordem de grandeza dos átomos e moléculas;*
- *resolução de equações diferenciais de segunda ordem do tipo da equação de Schrödinger, quer do ponto de vista analítico, que do ponto de vista numérico.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competencies in the:*

- *description of physical systems with dimensions of the order of magnitude of atoms and molecules;*
- *interpretation of experimental results involving the interaction of electromagnetic radiation with particles and physical systems with dimensions of the order of magnitude of atoms and molecules;*
- *analytical and numeric resolution of differential equations of second kind similar to the Schrödinger equation.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução Histórica
Introdução à Mecânica Quântica
A equação de onda
A matemática da Mecânica Quântica
Os postulados da Mecânica Quântica
Estudo de sistemas simples unidimensionais
Dispersão de partículas e penetração de barreiras
Sistemas de partículas
A equação de Schrödinger para sistemas tridimensionais
O momento angular
Estados quânticos de sistemas tridimensionais
Métodos de aproximação – teoria das perturbações
Correcção aos valores da energia do átomo de hidrogénio*

4.4.5. Syllabus:

*Historical introduction
Introduction to Quantum Mechanics
The wave equation
The mathematics of Quantum Mechanics
The postulates of Quantum Mechanics
Study of unidimensional simple systems
Particle scattering and barrier penetration
Systems of particles
The Schrödinger equation in three dimensions
Angular momentum*

*Quantum states in three dimensions
Methods of approximation - perturbation theory
Corrections to the energy values of the hydrogen atom*

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

Na primeira parte do semestre é apresentado o contexto histórico que conduziu ao surgimento da Mecânica Quântica, nomeadamente as experiências que produziram resultados não explicados pela teoria dita clássica, assim como as primeiras tentativas de descrição dos referidos fenómenos, de onde se destaca a teoria de Bohr. Seguidamente são introduzidos os conceitos matemáticos que alicerçam a Mecânica Quântica, nomeadamente o espaço de Hilbert.

Na segunda parte do semestre são discutidos os postulados da Mecânica Quântica, ao que se segue a respetiva aplicação no estudo de sistemas unidimensionais representativos, tais como o poço de potencial e a barreira de potencial. Como preparação para a discussão de sistemas tridimensionais, é dada especial atenção ao momento angular. Posteriormente é estudado o átomo de hidrogénio e sistemas com mais do que uma partícula. No final, são introduzidos os métodos não analíticos utilizados na resolução da equação de Schrödinger.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In the first part of the semester is presented the historical context that led to the emergence of quantum mechanics, namely the experiences that have produced results that were not explained by the classical theory, as well as the first attempts of description of these phenomena, where stands the Bohr theory. Afterwards, they are introduced the mathematical concepts underpinning quantum mechanics, namely the Hilbert space.

In the second part of the semester is discussed the postulates of quantum mechanics, to which follows its application in the study of representative one-dimensional systems, such as the potential well and potential barrier. In preparation for the discussion of three-dimensional systems, special attention is given to the angular momentum. Thereafter it is studied the hydrogen atom and systems with more than one particle. At the end of the course are introduced the non-analytical methods used in solving the Schrödinger equation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular está dividida numa componente teórica e numa componente prática de problemas.

As aulas teóricas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem discussão e resolução no âmbito de uma avaliação contínua.

Nas aulas teórico-práticas são discutidos e resolvidos problemas com o objetivo de acompanhar os assuntos lecionados nas aulas teóricas e de desenvolver competências na formulação de problemas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is divided into lectures and a practical component of problems.

The theoretical lectures take place in two weekly sessions of 1.5 hours each, which include discussion of problems

In the theoretical-practical classes are discussed and resolved problems with the objective of monitoring the subjects taught in the lectures and to develop skills in problem formulation.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que incluem a discussão de problemas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é testado por meio de questionários sobre a matéria dada na própria aula e nas horas de atendimento.

As componentes práticas necessárias para atingir e sedimentar os objetivos de aprendizagem são lecionadas nas aulas de problemas, através da resolução e discussão de problemas representativos. A frequência obrigatória das aulas laboratoriais pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The theoretical components needed to achieve the learning objectives are taught in lectures, which include discussion of problems. The acquisition of knowledge is assessed in written tests (tests / exams). The monitoring of students in lectures is tested through questionnaires given on the matter in the classes.

The practical components necessary to achieve and consolidate the learning objectives are taught in classes of problems by solving problems and discussing representative. The mandatory frequency of these classes aims to ensure that students follow the subjects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Apontamentos da disciplina fornecidos pelo docente.

F. Duarte Santos, A. Amorim, J. Batista, Mecânica Quântica, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2008.

W. Greiner, Quantum mechanics: an introduction, Springer-Verlag, Berlin, 1994.

S. Gasiorowicz, Quantum Physics, 2nd Ed., John Wiley and Sons, New York, 1996.

C. Cohen Tannoudji, B. Diu et F. Laloë, Quantum mechanics, John Wiley & Sons, 1991.

J. P. Santos e M. F. Laranjeira, Métodos Matemáticos para Físicos e Engenheiros, Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2004.

Mapa IV - Métodos Matemáticos da Física

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Matemáticos da Física

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Methods of Physics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

António Carlos Simões Paiva - TP: 28h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Pedro Manuel Duarte Gonçalves Amaro - TP:14h PL:14h

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

Preende-se

Ligar a física e a matemática, de modo a que o aluno saiba o significado físico de uma formulação matemática de uma solução para um problema de física.

Testar as soluções alcançadas para problemas físicos.

Desenvolver técnicas de resolução de problemas, onde os estudantes adquiram a destreza em escolher os métodos adequados para cada problema.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The learning goals encompasses:

Connecting physics and math, students should be able to explain the physical meaning of the formal and/or mathematical formulation of a solution to a physics problem.

Checking solutions, students should be able to justify the reasonableness of a solution they have reached.

Problem-solving techniques, students should develop their skills in choosing and applying the problem-solving technique that is appropriate to a particular problem.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Séries e Transformadas de Fourier
Cálculo Variacional
Análise Complexa*

Introdução ao programa de álgebra computacional "Mathematica" e aplicações a fenómenos físicos.

4.4.5. Syllabus:

*Fourier Series and Transforms
Calculus of Variations
Complex Analysis*

Introduction to the computational software program "Mathematica" with applications to physics phenomena.

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

As sessões são um misto de aulas teóricas com aulas práticas, onde os alunos são convidados a participar. Os tópicos têm a motivação dada por problemas físicos e será dada ênfase às diferentes técnicas de resolução aplicadas a contextos diferentes.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Lectures are a mixing between traditional lectures and recitation sessions, where active participation is encouraged. Topics are motivated by physics problems and students are asked to articulate their expectations for the solution to a problem. Different problem-solving techniques will apply to different contexts.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina está organizada em aulas teórico-práticas, em que será apresentada a matéria do curso, incluindo exemplos de aplicação.

De acordo com o Regulamento de Avaliação da FCT NOVA a avaliação em "Métodos Matemáticos da Física" enquadra-se no tipo Avaliação distribuída com dispensa de exame final:

1) A avaliação consiste em dois mini-testes (durante o horário de aulas) e num pequeno projeto a ser implementado com o software "Mathematica".

2) Cada mini-teste tem uma valorização de 35% para a classificação final e o projetos os restantes 30%. A classificação de cada componente de avaliação é arredondada à décima.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is organized in lectures where the theory is presented and problems are discussed with the instructor.

Evaluation will consist of two midterm evaluation tests and a project.

Grading: Midterms 35% each and 30% for the project.

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

Os estudantes são encorajados a colocarem dúvidas.

Os primeiros dois meses serão usados na consolidação e desenvolvimento de técnicas a que já foram parcialmente expostos.

A parte final será uma introdução a cálculo simbólico e métodos numéricos com o software "Mathematica". Um pequeno projeto final permite aos alunos a aplicação da preparação atingida.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Students are required to attend the lectures and questions are welcome at any time.

During the first two months emphasis is set on acquiring new or improved mathematical tools and apply them to construct a valid answer.

Later in the course, students are introduced to symbolic and numerical methods using Mathematica. The project serves as a bench-mark of the preparation attained by the students.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1- Métodos Matemáticos para Físicos e Engenheiros, José Paulo Santos e Manuel Fernandes Laranjeira, Fundação da FCT*
- 2- Mathematical Methods in the Physical Sciences, Mary L. Boas, Wiley.*

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Projeto e Oficinas***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Project and Workshop***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EF***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:14; OT:14***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria Isabel Simões Catarino – TP:14h;OT:14 h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante deve ser capaz de:*

- *Analisar um problema ou situação tecnológica;*
- *Elaborar e gerir um projeto com vista a resolver a situação identificada;*
- *Usar técnicas de manufatura oficial para conceber demonstradores / protótipos.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this course unit the student should be able to:*

- *Analyze a technological problem or situation;*
- *Develop and manage a project with a view to solving the identified situation;*
- *Use workshop manufacturing techniques to design demonstrators / prototypes.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Nesta unidade os alunos recebem formação em temas pertinente para a realização de um projeto próprio, nomeadamente:*

- *Identificar um problema / oportunidade a trabalhar.*
- *Projetar uma solução, passos, orçamento, calendário, objetivo (SMART)*
- *Desenho e construção de peças eventualmente necessárias.*
- *Montagem de um demonstrador.*
- *Análise preliminar dos resultados obtidos.*
- *Escrita de relatório.*
- *Apresentação oral do trabalho.*

4.4.5. Syllabus:*In this unit, students receive training in subjects relevant to the realization of their own project, namely:*

- *Identify a problem / opportunity to work on.*
- *Design a solution, steps, budget, calendar, objective (SMART)*
- *Design and construction of necessary parts.*
- *Mounting a demonstrator.*
- *Preliminary analysis of the results obtained.*

- *Report writing.*
- *Oral presentation of the work.*

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

Face à especificidade desta unidade curricular, os conteúdos programáticos desenvolvem-se em torno da conceção, realização de um projeto de engenharia ou científico e respetiva comunicação tanto na forma escrita como na forma oral.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In view of the specificity of this curricular unit, the syllabus is developed around the conception, realization of an engineering or scientific project and respective communication, both in written and oral form.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A formação prevista no programa desta UC é ministrada sob a forma de aulas teórico-práticas e orientação tutorial. No início do semestre os alunos têm aulas de exposição de conteúdos, passando depois a frequentar oficinas de manufatura. Ao longo do semestre, os alunos iniciam o seu trabalho de projeto acordado e orientado pelo regente que poderá sugerir um tutor adequado à temática ou técnica necessária.

A avaliação é feita com base na assiduidade, nos relatórios escritos e na apresentação oral, apresentação essa que é avaliada por um painel de dois docentes: o regente da unidade curricular, e outro docente relevante.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The training provided for in this UC program is given in the form of theoretical-practical classes and tutorial guidance. At the beginning of the semester, students take classes in content exposure, and then attend manufacturing workshops. Throughout the semester, students start their project work agreed and guided by the conductor, who will be able to suggest a tutor appropriate to the required theme or technique.

The assessment is made based on attendance, written reports and oral presentation, which is evaluated by a panel of two teachers: the head of the course, and another relevant teacher.

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

Dada a natureza muito específica desta unidade curricular e dos seus objetivos, a metodologia de ensino tem três vertentes: uma vertente de formação, que assume a forma de seminários; uma vertente de orientação tutorial, através da interação direta entre o tutor e o estudante; uma vertente de realização de um projeto gerida ao ritmo do aluno.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Given the very specific nature of this course and its objectives, the teaching methodology has three aspects: a training aspect, which takes the form of seminars; a tutorial orientation, through direct interaction between the tutor and the student; an aspect of carrying out a project managed at the student's pace.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Project Management for Scientists and Engineers

By: Merrie Barron, Andrew R. Barron

Connexions (opensource)

<http://archive.org/details/ost-engineering-col11120-14>

Fast Forward MBA in Project Management

Eric Verzuh, Wiley (2005)

The Handbook of Project-Based Management

J. Rodney Turner

McGraw-Hill (2009)

BUILDING SCIENTIFIC APPARATUS

By John H. Moore, Christopher C. Davis, Michael A. Coplan and Sandra C. Greer

Cambridge University Press, Jun 2009 | Edition: 4

ISBN-13: 9780521878586

Trees, maps, and theorems

Jean-luc Dumond

Principiae (2009)

Mapa IV - Programa de Introdução à Prática Profissional em Engenharia Física

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programa de Introdução à Prática Profissional em Engenharia Física

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Undergraduate Practice Opportunities Program

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*EF***4.4.1.3. Duração:***Trimestral/Trimester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***80***4.4.1.5. Horas de contacto:***OT:7***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria Isabel Simões Catarino - OT:7h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***O Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP) visa promover a participação de estudantes, desde cedo na sua formação académica, em atividades em ambiente empresarial.**Através do programa, o estudante que dele participe terá contacto com trabalhos de engenharia, no dia a dia, numa empresa. Tomará conhecimento do modo de funcionamento de projetos de engenharia em ambiente empresarial. Desenvolverá competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia.**Deverá ainda adquirir conhecimentos e, eventualmente, aptidões técnicas específicas na área concreta do trabalho que o estudante desenvolve na empresa.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The Undergraduate Practice Opportunity Program (PIPP/UROP) aims to promote the participation of students, from an early age in their academic training, in activities in a business environment.**Through the program, the student who participates in it will have contact with engineering works, on a daily basis, in a company. You will learn about how engineering projects work in a business environment.**It will develop transversal skills in group work, written and oral communication, and autonomous learning.**You should also acquire knowledge and, eventually, specific technical skills in the specific area of work that the student develops in the company.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.***4.4.5. Syllabus:***The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos programáticos fazem parte da estratégia institucional de desenvolvimento de competências transversais dos alunos.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The syllabus is part of the institutional strategy for the development of soft-skills on the students.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***A Instituição gere uma plataforma de ofertas para estágios PIPP/UPOP. O Responsável procura protocolar colaboração com empresas várias, criando uma lista de possibilidades de participação em projetos em ambiente empresarial*

relevante, no âmbito do PIPP.

O estudante candidata-se a uma empresa à sua escolha, já protocolada ou não, com o acordo do Responsável. A empresa articula o plano de trabalhos com o Responsável e garante orientação tutorial ao aluno, no período designado, devendo esse período, em princípio, coincidir com o período entre o final dos exames e o início do semestre seguinte. As atividades de PIPP podem também ser consideradas como parte de estágios mais alargados (e.g. estágios de Verão).

A avaliação é feita por uma apresentação oral e um relatório onde o estudante descreve as atividades desenvolvidas, sendo complementada com informação dos orientadores recolhida no decurso do trabalho.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Institution manages a platform of offers for PIPP/UPOP internships. The Responsible seeks to register collaboration with several companies, creating a list of possibilities for participation in projects in a relevant business environment, within the scope of UPOP.

The student applies for a company of his choice, already filed or not, with the Responsible's agreement. The company articulates the work plan with the person in charge and guarantees tutorial guidance to the student, in the designated period, which period should, in principle, coincide with the period between the end of the exams and the beginning of the following semester. PIPP activities can also be considered as part of broader internships (e.g. summer internships).

The assessment is made by an oral presentation and a report where the student describes the activities developed, being complemented with information from the supervisors collected during the work.

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

A formação da lista de empresas pré-aprovadas para estágio no âmbito no Programa de Introdução à Prática Profissional, selecionadas pelo Responsável da UC, facilitará aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades em ambiente empresarial.

Através dessa seleção, é garantido que as atividades do estudante, supervisionadas pelo orientador na empresa, são integradas em equipas na empresa. Do contacto com a equipa e orientador na empresa, que durante o período das atividades será praticamente diário, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de trabalho de engenharia da empresa. A disciplina, autonomia e técnicas de comunicação são treinadas e contabilizadas para a avaliação final.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Listing pre-approved companies for internship in the scope of the Undergraduate Professional Opportunity Program, selected by the Head of UC, will facilitate students interested in following this program, the participation in activities in a business environment.

Through this selection, it is guaranteed that the student's activities, supervised by the supervisor in the company, are integrated into teams in the company. The contact with the team and supervisor in the company, which during the period of activities will be practically daily, necessarily results in contact and knowledge of the company's engineering work practices. Discipline, autonomy and communication techniques are trained and accounted for the final evaluation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Específica para cada estágio.

Depends on the subject.

Mapa IV - Programa de Introdução à Investigação Científica em Engenharia Física

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programa de Introdução à Investigação Científica em Engenharia Física

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Undergraduate Research Opportunity Program

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EF

4.4.1.3. Duração:

Trimestral/Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:7

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Maria Isabel Simões Catarino - OT:7h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

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

O Programa de Introdução à Investigação Científica (PIIC) visa promover a participação de estudantes, desde cedo na sua formação, em projetos de investigação científica coordenados por docentes e investigadores da faculdade. Através do programa, o estudante que dele participe deverá ter contacto com práticas de investigação científica e adquirir conhecimento do modo de funcionamento de projetos de investigação. Desenvolverá aptidões de apresentação e explicação de resultados científicos, e competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia. Deverá ainda adquirir conhecimentos e, eventualmente, aptidões técnicas específicas na área concreta do projeto em que o estudante esteja envolvido.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The Undergraduate Research Opportunities Program (UROP) program aims at promoting the participation of students, since early in their academic career, in research projects developed by academic staff of the faculty. Through UROPs, the student will have contact with scientific research environment and gain knowledge of how research projects work. The student will develop skills in presenting and explaining research results, and transferable skills of working in teams, oral and written communication, and independent learning. Depending on the specific project chosen by the student, (s)he will acquire specific knowledge on the subject area and, possibly, also some specific technical skills in the project area.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.

4.4.5. Syllabus:

The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student.

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

Os conteúdos programáticos fazem parte da estratégia institucional de desenvolvimento de competências transversais dos alunos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus is part of the institutional strategy for the development of soft-skills on the students.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A Instituição gere uma plataforma de ofertas para estágios PIIC. O Responsável procura guiar o aluno por outras temáticas possíveis para estágio científico na Instituição e fora dela. O estudante candidata-se a um tema à sua escolha, com o acordo do Responsável. O supervisor articula o plano de trabalhos com o Responsável e garante orientação tutorial ao aluno, no período designado, devendo esse período, em princípio, coincidir com o período entre o final dos exames e o início do semestre seguinte. As atividades de PIIC podem também ser consideradas como parte de estágios mais alargados (e.g. estágios de Verão). A avaliação é feita por uma apresentação oral e um relatório onde o estudante descreve as atividades desenvolvidas, sendo complementada com informação dos orientadores recolhida no decurso do trabalho.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Institution manages a platform of offers for UROP internships. The Head seeks to guide the student through other possible topics for scientific internship at the Institution and outside. The student applies for a topic of his choice, with the agreement of the Head. The supervisor articulates the work plan with the Head and guarantees tutorial guidance to the student, in the designated period, which period should, in principle, coincide with the period between the end of the exams and the beginning of the following semester. UROP activities can also be considered as part of broader internships (e.g. summer internships).

The assessment is made by an oral presentation and a report where the student describes the activities developed, being complemented with information from the supervisors collected during the work.

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

A existência de uma oferta atualizada de participação em projetos de investigação científica em conjunto com a orientação por outros temas de investigação proporcionada pelo Responsável da UC, permitirá de facto, aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades de investigação. Sendo esta oferta sempre, necessariamente, integrada em projetos de investigação em curso na faculdade, sob a coordenação de docentes ou investigadores, projetos esses que envolvem equipas de investigação, é oferecida ao estudante a oportunidade de trabalho em equipa. Do contacto com a equipa de investigação, que durante o período intercalar (entre o final da época de exames e o início do semestre seguinte) será praticamente diário, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de investigação da equipa. Se o trabalho exigir conhecimentos e/ou aptidões específicas essas terão que ser adquiridas pelo estudante, em autonomia, embora com orientação do docente orientador.

A disciplina, autonomia e técnicas de comunicação são treinadas e contabilizadas para a avaliação final.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The existence of an updated offer to participate in scientific research projects, together with guidance on other research topics provided by the Head of UC, will in fact allow students interested in following this program to participate in research activities. This offer is always, necessarily, integrated in research projects underway at the college, under the coordination of professors or researchers, projects that involve research teams, the student is offered the opportunity to work as a team.

The contact with the research team, which during the interim period (between the end of the exam season and the beginning of the following semester) will be practically daily, necessarily results in contact and knowledge of the team's research practices. If the job requires knowledge and / or specific skills, these will have to be acquired by the student, in autonomy, although with guidance from the guiding teacher.

Discipline, autonomy and communication techniques are trained and counted for the final evaluation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Específica para cada estágio.

Depends on the subject.

Mapa IV - Teoria de Controlo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Teoria de Controlo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Control Theory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Rui Alexandre Nunes Neves da Silva (Regente) – TP:21h; PL: 42h;

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam compreender os seguintes conceitos:*

- Sistema dinâmico e suas representações
 - Esquema funcional;
 - Estabilidade e desempenho;
 - Resposta na frequência; fase mínima e não mínima;
 - Retroação e estabilidade do anel fechado;
 - Controlo e limites de aplicação;
- e serem capazes de:*
- Modelar um sistema físico linear.
 - Respostas livre e forçada;
 - Identificar os pólos e zeros e estimar o seu desempenho/estabilidade;
 - Root-locus;
 - Bode e Nyquist;
 - Estabilidade do anel fechado;
 - Controlador PID a partir das regras de Ziegler-Nichols.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*Concepts:*

- Dynamic system and its representations;
- Functional scheme;
- Stability and performance;
- Frequency response; minimum and non-minimum phase.
- Feedback and closed loop stability;
- Control and their application limits;

know how to:

- Model a physical process;
- Poles and zeros and estimate the performance/stability;
- Plot the Bode and Nyquist diagrams;
- Conclude about the stability of a closed loop system from its open loop Bode and Nyquist diagrams (including gain and phase margins);
- PID controller using the Ziegler-Nichols rules.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Conceito de sistema e tipos de sistema. Esquema funcional.
- Características de sistemas: pré-história; linearidade; causalidade.
- Modelação de sistemas físicos. Equação diferencial.
- Comportamento no tempo. Resposta livre e forçada.
- Domínio da frequência complexa. Função de transferência.
- Diagrama de pólos e zeros. Estabilidade.
- Retroação e diagrama de localização de raízes (root-locus).
- Domínio complexo com sinais sinusoidais. Resposta na frequência. Ganho e desvio de fase.
- Diagrama de Nyquist. Critério de estabilidade de Nyquist. Margens de ganho e fase.
- Diagrama de Bode.
- Compensadores de atraso e avanço.
- Controladores PID. Regras de Ziegler-Nichols.

4.4.5. Syllabus:

- Systems and type of systems. Functional diagram.
- Systems characteristics: initial conditions, linearity, causality.
- Modeling physical systems. Differential equations.
- Time response. Natural and forced response.
- Complex frequency domain. Transfer function.
- Pole-zeros diagram and stability.
- Feedback and root-locus plot.
- Complex domain for sinusoidal signals. Frequency response. Amplitude and phase shift.
- Nyquist plot. Nyquist stability criterion. Gain and phase margins.
- Bode plot. Gain and phase margins on the Bode plot.
- Lead and lag compensators.
- PID controllers. Ziegler-Nichols tuning method.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*A sequência de conteúdos programáticos segue uma linha lógica muito direta, que se pode dividir nas seguintes fases:*

1. Desenvolvimento de um modelo da instalação a partir da física do problema;

2. *Compreensão e análise da dinâmica da instalação;*

3. *Especificação do desempenho desejado;*

4. *Técnicas de desenvolvimento dos sistemas de controlo;*

Os estudantes apreendem num semestre um conjunto de ferramentas teóricas numa sequência lógica semelhante ao processo da resolução de um problema de controlo: modelação, análise, especificação, projeto e validação.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus sequence follows a very direct logical line, that can be divided in the following stages:

1. *Development of the plant model from the physics of the process;*

2. *Understanding and analyze the plant dynamics*

3. *Specification of the desired performance;*

4. *Control systems design methods*

The students learn in a semester a set of theoretical tools in a logic sequence which is similar to the resolution of a singular control problem: modeling, analysis, specification; design and validation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino serão predominantemente expositórios com a resolução de problemas sob orientação do professor. Quanto à exposição teórica far-se-á prevalecer uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta. A transformação dos conceitos em ferramentas de trabalho será atingida pelo incentivo ao trabalho pessoal. O ensino da unidade curricular é complementado pelos períodos de trabalho laboratorial.

A aprovação nesta unidade curricular exige classificação de pelo menos 10 valores (em 20). Os estudantes que realizem os testes ao longo do semestre podem dispensar de exame. Os restantes estudantes fazem exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methods will be predominantly expository aimed at solving problems under the guidance of the lecturer. Theoretical exposition will prevail a strong interaction between the concepts and their concrete application. The transformation of concepts into work tools will be achieved by encouraging personal work. The teaching of the curricular unit is complemented by the laboratory work periods. Approval in this course unit requires a rating of at least 10 (out of 20).

Students who take the tests throughout the semester can dismiss the exam. The remaining students take final examination.

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

As aulas são predominantemente expositórias, com o objetivo de ensinar aos estudantes os conceitos principais da Teoria de Controlo e a sua aplicação. Nas aulas teórico-práticas os estudantes resolvem problemas concretos que lhes permitem aplicar os conhecimentos adquiridos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Classes are predominantly expository, with the objective of teaching students the main concepts of Control Theory and its application. In the theoretical-practical classes the students solve concrete problems that allow them to apply the acquired knowledge.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *R. Neves-Silva, Folhas da disciplina, FCT/UNL*
- *B. J. Kuo, Automatic Control Systems, Prentice-Hall*
- *Katsyhiko Ogata, System Dynamics, Prentice-Hall.*

Other:

- *Katsyhiko Ogata, Modern Control Engineering, Prentice-Hall.*
- *Franklin; Powell; Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley*
- *M. J. Roberts, Signals and Systems, McGraw-Hill.*
- *D. K. Lindner, Signals and Systems, McGraw-Hill.*

Mapa IV - Eletrónica Aplicada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletrónica Aplicada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Electronics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EF

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:*168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; PL:42***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Orlando Manuel Neves Duarte Teodoro - T:28h; PL:42h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Os objetivos principais desta disciplina são:*

- Desenvolver os conhecimentos de eletrónica considerando aplicações típicas.
- Conhecer os componentes eletrónicos, as suas características principais e o seu dimensionamento.
- Adquirir capacidades para implementar e avaliar circuitos eletrónicos.
- Aprender a projetar alguns circuitos típicos como fontes de alimentação, ou circuitos com amplificadores operacionais.
- Conhecer as ferramentas e instrumentos de teste e ensaio de circuitos eletrónicos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The main objectives of this course are:*

- Develop knowledge on electronics around typical applications.
- Became acquainted with electronics components, its main features and its selection.
- Acquire skills to implement and evaluate electronic circuits.
- Learn how to design some typical circuits such as power supplies, or circuits with operational amplifiers.
- Know the tools and testing instruments for testing of electronic circuits.

4.4.5. Conteúdos programáticos:*O programa será desenvolvido em torno de trabalhos práticos selecionados e representativos de aplicações de eletrónica analógica.**Os trabalhos serão antecipadamente expostos em sala de aula com o devido enquadramento teórico bem como aspetos práticos de dimensionamento.**Em laboratório, os alunos procederão ao dimensionamento, simulação e ensaio em breadboard.**Alguns trabalhos típicos serão em torno dos seguintes tópicos:*

1. Do transistor ao amplificador operacional.
2. O amplificador operacional como ferramenta.
3. Fontes de alimentação caracterização e projeto.
4. Fontes de alimentação comutadas.

*Cada trabalho poderá ser reajustado ou mesmo substituído em função das necessidades expetáveis do mercado de trabalho, ou da experiência do docente em áreas específicas.***4.4.5. Syllabus:***The course program will be developed around selected projects that provide a good representation of analog electronics applications.**The projects will be initially presented in the class (problem-solving) sessions, providing the full theoretical framework, where the dimensioning of the projects will be performed.**In the labs, the students will do theirs specific project specification, simulation and testing in breadboard.**The typical projects will be under the topics:*

- From the transistor to the operational amplifier (OPAMP)
- The OPAMP as a toolbox.
- Power supply design,
- Switched mode power supply

Each project will be adjusted or changed aligned to the perceived market needs and the professors' experience.

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

Os temas escolhidos para serem abordados como projetos nas aulas teóricas cobrem os conteúdos definidos na disciplina e preparam os alunos para a autonomia no desenho e implementação de eletrónica analógica.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The selected topics to be covered as projects in the lectures cover the listed content of the course, preparing the students for autonomy in the design and implementation of analog electronics.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e aulas laboratoriais

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures and lab sessions

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

A divisão da carga horária entre aulas teóricas e laboratoriais, fornece a formação prática desenhada nos objetivos da UC. Os formatos de avaliação contínua, onde os docentes acompanham as diversas etapas de evolução do desenvolvimento dos trabalhos laboratoriais de eletrónica, garante a correta evolução da aprendizagem e real demonstração de conhecimentos aplicados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The division between lecturing sessions and laboratory sessions provides the practical training goals expressed in this course. The continuum evaluation format, where the lab assistants follow the student's evolution in the lab projects, ensures the correct student learning evolution and the real demonstration of applied knowledge.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*The Art of Electronics, 2.ª edição, Paul Horowitz e Winfield Hill, Cambridge Press, 1989.
Princípios de Electrónica 1, A.P. Malvino, 6ª edição, McGraw Hill 1999
Princípios de Electrónica 2, A.P. Malvino, 6ª edição, McGraw Hill 2000
Textos dos trabalhos práticos, disponíveis no CLIP.*

Mapa IV - Física Atómica e Molecular**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Física Atómica e Molecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Atomic and Molecular Physics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:42; TP:14; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José Paulo Moreira dos Santos - T:42h; TP:14h; PL:14h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

No final da unidade é esperado que os estudantes consigam:

- Relacionar os conhecimentos aprendidos da interação de partículas/radiação com a matéria.
- Identificar as características físicas de interação num problema.
- Formular o conjunto de abordagens necessárias à resolução de um problema com base na identificação do ponto anterior.
- Perante um problema ter capacidade crítica para avaliar o resultado obtido bem como as suas unidades.
- Ter adquirido capacidade e autonomia na interpretação e resolução de um problema.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

At the end of the lecture course, students are expected to:

- relate the fundamental and applied concepts which involve the interaction of particles/radiation with matter.
- identify the physical formulation of a given problem.
- identify the physical properties needed to obtain a final value, according to the formulation above.
- face a problem with capability of assessing the final result and units.
- have gained capability to deal on their own with the interpretation and solving of a problem.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Aulas teórico-práticas e de resolução de problemas:

- Interações – interpretações clássica e quântica
- Átomos hidrogenóides
- Átomos polieletrónicos
- Estrutura molecular

Aulas práticas de laboratório:

- Efeito Fotoelétrico
- Difração de Elétrons
- Descargas em gases
- Experiência de Franck-Hertz
- Raios-X
- Espectrometria de massa
- Ressonância Paramagnética Eletrónica

4.4.5. Syllabus:

Lectures and problems solving:

- Interactions – classical and quantum interpretation
- Hydrogen-like atoms
- Many electrons atoms
- Molecular structure

Laboratory demonstration:

- Photoelectric Emission
- Electron Beam Diffraction
- Gas discharges
- Franck-Hertz experiment
- X-rays
- Mass spectrometry
- Electron Spin Resonance
- Electron Paramagnetic Resonance

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

O cap. 1 aborda questões fundamentais das interações entre partículas do ponto de vista da abordagem clássica e da mecânica quântica. O cap. 2 é dedicado à revisão das características próprias do átomo de hidrogénio e dos átomos hidrogenóides, enquanto que o cap. 3 cobre os átomos polieletrónicos. Tal só é possível depois de se ter compreendido claramente o cap. 2. Finalmente, o último capítulo refere-se às propriedades da estrutura molecular desde as moléculas diatómicas homonucleares até às mais complexas como unidades elementares de DNA/RNA.

Os conteúdos programáticos são lecionadas no sentido dos casos mais elementares até aos mais complexos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Chap. 1 deals with fundamental issues on particles interactions from the classical and quantum mechanical point of view. Chap. 2 allows a revision on the hydrogen atom and the hydrogen-like atoms, whereas chap. 3 is devoted to many electrons atoms. Such is only possible to address if a full comprehension on the previous chapter was achieved. Finally, the last chapter deals with the molecular structure covering from homonuclear molecules to more complex

such as the DNA/RNA nucleotides.

The contents are delivered on a bottom-up approach.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Alun@s sem frequência:

Frequência: com a presença em 2/3 das aulas práticas (P) que não sejam momentos de avaliação e nota prática (NP) ≥ a 10 valores.

T e TP: A nota da componente teórica (NT) é obtida em dois testes (NT1 e NT2) ou exame (NE), e a nota final obtida por: $NT = 0,5 NT1 + 0,5 NT2$ ou $NT = NE$

A componente teórico-prática (NTP) é de entrega e resolução de problemas. A assiduidade a estas aulas é obrigatória.

Aprovação: Para ter aprovação à disciplina é necessário ter frequência ≥ 10 valores e $NT ≥ 10$ valores. A nota final, arredondada às unidades, é obtida por: $NF = 0,6 NT(NE) + 0,1 NTP + 0,3 NP$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Students with no lab information:

They have to attend at least 2/3 of the lab demonstrations (P) that are not evaluation processes and obtain a final mark (NP) higher or equal to 10 out of 20.

Lectures: The final mark (NT) is obtained through two tests (NT1 and NT2) or exame (NE), where the final mark is obtained as: $NT = 0.5 NT1 + 0.5 NT2$ or $NT = NE$

Problems solving (NTP) are mandatory.

Approval: For the lab demonstrations the final mark has to be ≥ 10 out of 20 and $NTP ≥ 10$ out of 20. The final mark, in units, is calculated as: $NF = 0.6 NTP(NE) + 0.1 NTP + 0.3 NP$.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, com o apoio adicional dos docentes nas aulas práticas e horários de atendimento de alunos, caso se justifique. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teóricas através da análise e discussão de problemas-tipo; nas aulas de laboratórios através da observação e análise de alguns dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas escritas e nos trabalhos de laboratório. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria e a interliguem com as noções aprendidas na componente teórica.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The theoretical deliverables are provided in the lectures with extra support from the demonstration labs and proper time allocated for tutorial training. Students are evaluated on these performances through written tests/exams. Students skills are acquired in lectures and demonstration labs. In the former the contents are analysed and discussed with problem's solving, whereas in the latter through contact with particular experimental devices allowing to touch and get to know physical phenomena. The evaluation process in both components is achieved through written examination and laboratory demonstration evaluation process. The lab component allows to guarantee a special additional training so that students performance can be enhanced through multiple interlink between theory and practice.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Física Atómica - J. P. Santos, 2019
- Physics of Atoms and Molecules – B. H. Bransden and C. J. Joachain, 2nd Ed., Prentice Hall, 2003
- Introduction to the Structure of Matter – J. J. Brehm and W. J. Mullin, Wiley, 1989
- Física Quântica – Eisberg e Resnick, Elsevier, 1979
- Atomic and Molecular Collisions – H. Massey, Taylor & Francis, 1979
- Molecular Quantum Mechanics – P. W. Atkins and R. S. Friedman, 3rd Ed., Oxford, 1997
- Modern Atomic Physics – B. Cagnac, J. C. Pebay-Peyroula, The Macmillan Press, 1975
- Perspectives of Modern Physics – A. Beiser, McGraw-Hill Int. Ed., 1988
- Quantum States of Atoms, Molecules, and Solids – M. A. Morrison, T. L. Estle, N. F. Lane, Prentice Hall, 1976
- Physical Chemistry – P. W. Atkins, Oxford, 1990

Mapa IV - Física Nuclear e Radiações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física Nuclear e Radiações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Nuclear and Radiations Physics**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EBm***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T: 28; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria Adelaide de Almeida Pedro de Jesus – T:28h;***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***João Duarte Neves Cruz – PL: 56 h**Maria Micaela Leal da Fonseca – PL: 56 h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- Compreender a constituição e estrutura do núcleo atómico, as propriedades e interações mútuas entre nucleões, e o modo como a sua organização determina as propriedades dos núcleos; a radioatividade, decaimentos alfa, beta, gama; interação da radiação eletromagnética e de partículas carregadas com a matéria; os efeitos biológicos da radiação; proteção radiológica.*
- Ser capaz de executar cálculos, nomeadamente de radioatividade e de deposição de energia na matéria.*
- Conhecer e manipular fontes e detetores de radiação, eletrónica de processamento e aquisição de dados.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The approval in this curricular unit implies that the student has acquired skills to:*

- Understand the structure of the nucleus, the properties and mutual interaction between nucleons and the way their organization determines the nuclei properties; radioactivity; alpha, beta and gamma decays; interaction of electromagnetic radiation and charged particles with matter; biological effects of radiation; radiological protection.*
- Apply the concepts by performing exercises namely of radioactivity and energy deposition in matter.*
- Being familiar with radiation detection, involving different kind of detectors, the associated electronics and data acquisition.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Radiação: Origem natural e artificial da radiação ionizante; Interação da radiação eletromagnética e de partículas carregadas com a matéria; Efeitos da radiação sobre a matéria, incluindo matéria biológica; Detecção de radiação. Radioatividade: Tipos de decaimento radioativo; Conceitos e leis do decaimento radioativo: criação e destruição de atividade; sequência de desintegrações; equilíbrios.**Dosimetria: Conceitos de dosimetria. Unidades de medida de radiações e dosimetria.**Propriedades e modelos nucleares: raio nuclear, distribuição de carga e de nucleões; massa, energia de ligação, fórmula semi-empírica de massa, referência ao modelo em camadas e modelos coletivos do núcleo.**Decaimento alfa: energética e informação experimental; Espetrometria alfa.**Decaimento beta: energética e informação experimental; Espetrometria beta.**Decaimento gama: energética; Regras de seleção e conversão interna; Espetrometria gama.***4.4.5. Syllabus:***Radiation: Natural and artificial origins of ionizing radiation; interaction of electromagnetic radiation and charged particles with matter; induced effects, including biological effects; radiation detection.**Radioactivity: Types of decay; concepts and laws of radioactivity; creation and destruction of activity; sequence of*

decays; equilibria.

Dosimetry: Concepts of dosimetry. Units of radiation measurement and dosimetry.

Nuclear properties and models: nuclear radius, charge and nucleon distributions; mass and binding energy, mass semi-empirical formula; reference to the shell and collective models of the nucleus.

Alpha Decay: energetics and experimental information; alpha spectrometry.

Beta decay: energetics and experimental information; beta spectrometry.

Gamma decay: energetics; selection rules and internal conversion; gamma spectrometry.

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

A unidade curricular pretende providenciar uma visão abrangente da estrutura e propriedades nucleares, nomeadamente as suas interações no que diz respeito aos efeitos das estabilidades e instabilidades nucleares (declínios radioativos) nas transformações nucleares e emissão de radiações. Quer do ponto de vista teórico, quer laboratorial, cobre-se ainda o estudo da interação da radiação com a matéria. Relativamente aos declínios radioativos e espetrometrias insiste-se na capacidade de fazer estimativas e efetuar cálculos simples, contribuindo para uma melhor apreensão e capacidade de aplicação dos conceitos, bem como a capacidade de utilizar fontes, instrumentação e equipamentos, compreender e interpretar os dados e resultados produzidos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The aim of this unit is providing a broad vision of the nuclear structure and properties, namely in relation to the effects of the nuclear stability and instability (radioactive decay) in the nuclear transformations and emission of radiation. Both theoretical and laboratorial classes, the study includes the interaction of radiation with matter. In relation to radioactivity and spectrometries there is a focus on the capacity to perform quick (yet sufficiently accurate) first estimates and simple calculations in order to guarantee a better understanding and application of the concepts, while developing of the ability to use sources, instrumentation and equipments, and understand and being able to interpret data and results.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino compreende duas componentes complementares, que envolvem dois tipos de aulas: teóricas e práticas de laboratório.

Teóricas: aulas de apresentação com discussão crítica, encorajando-se a intervenção dos alunos. Dois testes de avaliação intervalados ao longo do semestre, sobre as matérias em curso, permitem avaliar os alunos e acompanhar a evolução da sua aprendizagem.

Práticas: em subgrupos de 2-3 elementos realizam-se 4-5 trabalhos práticos em laboratório com manipulação e disposição de fontes e instrumentação nuclear, com recolha e interpretação de dados, e resposta a questões colocadas sobre fundamentação e interpretação. É feito um teste prático sobre os trabalhos e conceitos associados.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method comprises two complimentary components, involving two kinds of classes: theoretical (classroom) and practical (laboratory).

Theoretical classes are focused on the presentation and critical discussion, encouraging active participation by the students. Two evaluation tests are done along the term, to assess students learning and comprehension.

Practical classes in the laboratory involve groups of 2-3 students performing work with radioactive sources and nuclear instrumentation, engaging in data collection and interpretation, being required to report and answer questions on base knowledge and interpretation of elementary nuclear physics issues. A test based on these reports is done by the end of the semester.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que incluem a resolução de problemas tipo. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). As componentes laboratoriais necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são dadas nas aulas de laboratório, em que a compreensão dos conceitos e a sua integração, nomeadamente ao nível da deteção de radiações e espetrometrias, são aprofundadas, através de manipulação e utilização de fontes e equipamentos. A avaliação destas competências é assegurada por relatórios de grupo de 2 alunos e um teste laboratorial.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The theoretical components needed for the learning goals are given in theoretical lectures, which include the resolution and discussion of some typical problems. The acquisition of knowledge is assessed in the tests/exams. The laboratorial components are given in laboratory sessions, where the learning process is strengthened, namely in relation to radiation detection and spectrometries, by the handling and use of radioactive sources, detectors and nuclear electronics. This component is assessed with group (of 2 students) reports and laboratorial test.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Nuclear Physics – Principles and Applications, John S. Lilley, John Wiley & Sons, New York (2005), ISBN 0-471-97936-8

Introductory Nuclear Physics – Kenneth S. Krane, John Wiley & Sons, New York (1988), ISBN 0-471-85914-1

Radiation Detection and Measurement, 3rd ed. – Glenn F. Knoll, John Wiley & Sons, New York (2000), ISBN 0-471-07338-5

Física Nuclear – Theo Mayer-Kuckuk, ed. Calouste Gulbenkian, Lisboa (1979), ISBN 972-31-0598-5

Introdução à Física Atómica e Nuclear, Vol. II – L. Salgueiro e J.G. Ferreira, ed. Univ. Lisboa (1975).

Mapa IV - Física do Estado Sólido**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Física do Estado Sólido***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Solid State Physics***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***F***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; TP:14; PL:14***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ana Cristina Gomes da Silva - T:28h; TP:14h; PL:14h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências em**- processos físicos que ocorrem em sistemas cristalinos e respetivas leis, como**a) identificação de planos cristalográficos, difração de raios X;**b) vibrações térmicas da rede cristalina, a respetiva contribuição para a capacidade calorífica dos sólidos cristalinos e condutividade térmica**c) propriedades elétricas dos metais, condutividade elétrica;**d) bandas de energia e diferença entre metais e semicondutores;**e) propriedades magnéticas dos sólidos, paramagnetismo e ferromagnetismo.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of this subject the student should have obtained knowledge, ability and competences in**-the physical processes and respective laws in crystalline systems:**a) identifying crystal planes and X-ray diffraction patterns;**b) thermal vibrations of the crystal lattice, its contribution to the heat capacity of crystals and thermal conductivity;**c) electric properties of metals and electrical conductivity;**d) energy bands and the difference between metals and semiconductors;**e) magnetic properties of crystalline solids, paramagnetism and ferromagnetism.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Cristais e sólidos cristalinos**2. Propriedades térmicas dos sólidos.**3. Propriedades elétricas dos metais**4. Semicondutores**5. Propriedades magnéticas dos sólidos***4.4.5. Syllabus:***1. Crystals and crystalline solids**2. Thermal properties of solids*

- 3. *Electrical Properties of metals*
- 4. *Semiconductors*
- 5. *Magnetic properties of solids*

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

No primeiro capítulo são dados os conceitos fundamentais, as definições e as convenções a serem usadas durante a disciplina. Nos capítulos seguintes estudam-se alguns aspetos da descrição dos sólidos cristalinos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In the first chapter, the fundamental concepts, definitions and conventions to be used in the subject are given. In the following chapters different aspects of the description of crystalline solids are given.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas e nas aulas de resolução de problemas-tipo. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são dadas nas aulas de laboratório, através da montagem experimental, realização, observação e análise dos problemas e fenómenos fundamentais.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical components needed for the learning goals are given in the lectures, and the problem resolution session that include the discussion of some typical problems. The practical components are given in the laboratory sessions, with the mounting, realization and analysis of experiments.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas e nas aulas de resolução de problemas-tipo. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são dadas nas aulas de laboratório, através da montagem experimental, realização, observação e análise dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática por relatórios de grupo e por uma discussão final individual. A frequência obrigatória pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The theoretical components needed for the learning goals are given in the lectures, and the problem resolution session that include the discussion of some typical problems. The acquisition of knowledge is assessed in the tests/exams. The practical components are given in the laboratory sessions, with the mounting, realization and analysis of experiments. This component is assessed with group reports and an individual final discussion. The mandatory frequency means to ensure that the students follow the subject.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, 7th edition (Wiley)
Introdução à Física Estatística, J.P. Casquilho e P.I. Teixeira, IST Press (2011)
Introduction to Statistical Physics, J.P. Casquilho and P.I. Teixeira, (Cambridge University Press 2015)
Fundamentals of Condensed Matter and Crystalline Physics, D.L. Sidebottom (Cambridge University Press 2012)
R. Turtton, The Physics of Solids, ed. Oxford University Press (2000)
Outros livros para revisão de conceitos.
[1] Arthur Beiser, Perspectives of Modern Physics, Internatio. 1981.
[2] Zajac and Hecht, Optics. Addison Wesley, 1974.
[3] A. & Finn, Física volume II Campos e Ondas, Brasileira. 1972.

Mapa IV - Ótica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ótica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Optics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EF

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*T:28; PL:28***4.4.1.6. ECTS:**

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Paulo António Martins Ferreira Ribeiro – T:28h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Yuri Fonseca da Silva Nunes - PL: 14h**Pedro Manuel Cardoso Vieira - PL: 14h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Descrever com rigor, conceitos, leis e fenómenos fundamentais relevantes para a ótica.**Executar processos de pesquisa documental e estudo orientado para o planeamento e execução de procedimentos.**Planear, elaborar e executar procedimentos conducentes a objetivos experimentais.**Aplicar os conhecimentos de Ótica e na modelação de fenómenos, processos e mecanismos relacionados.**Resolver questões nos domínios da Ótica aplicada, determinando ou medindo grandezas, realizando cálculos e estimativas usando expressões.**Elaborar e apresentar, textos descritivos e relatórios, com rigor, clareza e concisão, do ponto de vista da Ótica quando aplicada aos processos e fenómenos relacionados.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Accurately describe concepts, laws and fundamental phenomena relevant to optics. Run processes of documentary research and oriented study; planning and implement procedures. Plan, develop and implement procedures leading to experimental goals.**Apply knowledge of Optics to modeling of phenomena, processes and mechanisms related.**Solve issues in the fields of applied optics, determining or measuring quantities, performing calculations and evaluate using expressions.**Prepare and submit reports and descriptive texts with accuracy, clarity and brevity, from the point of view of optics when applied to processes and related phenomena.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução. Ótica Geométrica: Pressupostos e limites; Conceito de raio de luz; Princípios de Huygens e de Fermat;**Equação dos raios; Reflexão e refração; Formação de imagem; Prisma; Lâmina de faces paralelas e Fibras óticas;**Espelhos plano, Parabólico e esférico; Dióptros esféricos e lentes finas; O olho humano e a visão; Lentes espessas;**Aberrações. Ótica Ondulatória: Campo Eletromagnético e Luz, Propagação; Princípio da sobreposição; Polarização da luz; Equações de Fresnel; Coerência; Interferências e Difração de Fresnel e de Fraunhofer; A experiência de Young;**Difração em aberturas e fendas.***4.4.5. Syllabus:***Introduction. Geometrical Optics: Assumptions and limits; Light ray concept, Huygens and Fermat's Principles; Ray**equation; Reflection and refraction; Image formation; Prisms; Lamellae and optical fibers; Mirrors; Diopters and thin**lenses; The human eye and vision; Thick lenses; Aberrations. Wave optics: Electromagnetic Field and Light;**Propagation; Superposition principle; Polarization of light; Fresnel equations; Coherence; Interference and Diffraction;**Fresnel and Fraunhofer Diffractions; Young's experiment; Diffraction by apertures and slits.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Em aulas teóricas são apresentados, descritos e discutidos conceitos, leis e fenómenos fundamentais no domínio da ótica física, e demonstrado o seu uso na resolução de situações concretas ligadas à atuação na área da Engenharia.**Do ponto de vista prático a formação do Estudante envolve execuções experimentais e simulações, onde grandezas físicas são medidas e demonstração de fenómenos no domínio da ótica física, mediante cálculos, estimativas e uso de ferramentas de simulação. Este procedimento permitirá ao Aluno, planear e executar procedimentos experimentais para aplicações concretas, habilitando o Estudante a manusear equipamentos, dispositivos e componentes ópticos, assegurando a sua correta utilização, tanto do ponto de vista técnico como do ponto de vista da segurança, bem como elaborar relatórios e textos descritivos de ótica com rigor, clareza e concisão, usando com eficiência esquemas gráficos, tabelas e estimativas de incertezas.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Theoretical classes introduce, describe and discuss concepts, laws and phenomena in the field of optics physics and their use to solve real problems involving physics and engineering. This process is also expected to allow the Student to perform searching processes on documentation and oriented theoretical readings. From the point of view of practical classes, Student work involves experimental executions and simulations, where physical quantities are measured and phenomena within optics demonstrated by means of calculations and estimations using expressions and use of simulation tools. This procedure is expected to develop skills to manage equipment, devices and optical components, certifying the correct material use and competence to make reports, using schemes, expressions, graphics, tables. and uncertainty evaluation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC de Ótica contempla aulas presenciais de apresentação e exposição de matéria e aulas de atividades experimentais em laboratório. É adotada uma metodologia de ensino centrada na atividade contínua do Aluno, nomeadamente através da realização de lições online, atividades experimentais e resolução de questões e problemas. As apresentações são apoiadas por vídeo projeção e demonstrações e simulações sendo sempre enfatizada a componente tecnológica e aplicações. O processo de ensino- aprendizagem apoia-se em plataforma de E-Learning onde são colocadas todas as informações da disciplina, como notas de aulas, enunciados de atividades experimentais, lições temáticas, questionários, vídeos, informações sobre conferências relevantes na área da Ótica, catálogos de fabricantes de componentes e dispositivos para óptica e artigos científicos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Course of Optics includes classroom presentation and exhibition of matter and of experimental activities classes in optics laboratory. A teaching methodology centered on the ongoing activity of the Student is adopted, which includes the completion of online lessons and experimental activities and problem solving. The classroom presentations are supported by video projection, demonstrations and simulations with emphasis on technological and applications. The teaching-learning process relies on E-Learning platform that posts all the course information, the class notes, lessons, set of experimental activities proposals within the main course chapters, quizzes, videos, information about relevant conferences in optics, catalogs of optics components and devices manufacturers and scientific articles.

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

A metodologia seguida conforma globalmente uma filosofia de Blended Learning e procura quantificar o trabalho dos Alunos, permitindo a aplicação do "paradigma de Bolonha". Os Alunos têm obrigatoriamente de se inscrever na plataforma de E-Learning, onde se disponibilizam as regras da disciplina, o programa, as Notas de Aulas (NA) com os conteúdos das aulas teóricas presenciais e os documentos guias dos Trabalhos Experimentais (AE) e lições on-line. O processo de ensino-aprendizagem compreende aulas teóricas e aulas práticas de laboratório que envolvem a conceção, preparação e execução de atividades experimentais. As aulas teóricas de 2 horas, são suportadas por apresentações em vídeo-projetor e incluem a realização simulações, demonstrações experimentais e resolução de questões. Procura-se adotar uma perspetiva pedagógica construtivista. Os notas das aulas teóricas NA, estão agrupadas em documentos, alguns deles também disponibilizados na plataforma na forma de lição. As sessões experimentais de 2 horas, decorrem em laboratório dedicado. Dos trabalhos executados, os Alunos apresentam relatórios. Estes trabalhos são classificados e a sua média ponderada corresponderá à classificação do Aluno neste item. Os Alunos podem ser interrogados individualmente sobre as atividades previstas em cada sessão. As sessões experimentais presenciais, requerem preparação prévia de toda a execução experimental. Para tal são disponibilizados na plataforma documentos, AEs, onde se definem objetivos para as atividades propostas e ajudam a explorar os conteúdos. Ao percorrer esses documentos, o Aluno deve consultar todos os tópicos relacionados, tomando notas de enunciados ou expressões, de forma a construir o seu memorando auxiliar para a atividade a executar em laboratório. Assim, o Aluno terá de desenvolver os procedimentos experimentais, executar montagens fazer medições, otimizar a execução e elaborar relatório científico. A aferição de conhecimentos e competências teórico-práticos adquiridos será aferida através de um teste final a ser realizado na última aula do semestre, que contribui para 50% da classificação final.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The methodology conforms generally a philosophy of Blended Learning and seeks to quantify Students' work, allowing the application of the "Bologna paradigm". Students are bound to register on the E-Learning platform, where rules, program, Class Notes with the contents of lectures and documents for preparation of Experimental Activities, online lessons and quizzes are also available. The teaching-learning process includes classroom lectures, online lessons and laboratory experimental activities. Classroom lectures of 2 hours are supported by video projector presentations and include simulations, demonstrations, experiments and problem solving. A constructivist educational perspective is adopted. The contents of lectures, organized in the form of Class Notes (CN), are grouped into documents, some of them also available in the platform in the form of lessons. Experimental sessions of 2 hours take place in dedicated laboratory. Each student presents reports of experimental work to be evaluated. The weighted average mark of experimental component will correspond to the grade of the student for this item. Students in each session can be individually quizzed on planned activities. The experimental sessions require previous full preparation. Documents are available on the platform, AEs, with objectives for the proposed experimental activities and annexes to assist Students to explore main concepts. By going through these documents, the student should consult all related topics, taking notes of statements or expressions, in order to build its memorandum to assist the experimental execution in the laboratory. Thus the student will have to develop the experimental procedures, perform experimental assembly, make measurements, optimize performance and develop scientific report. The assessment of knowledge

and skills acquired in theoretical-practical classes will be assessed through a final test to be held in the last class of the semester, which contributes to 50% for the final grade.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Ótica, Eugene Hecht, F.C.Gulbenkian, 2ª Ed., 2002

Optics (5th Edition, Eugene Hecht, 2016

Modern Optics, Robert Guenther, Wiley, 1st Ed., 1990.

Fundamentals of Optics, Francis A. Jenkins and Harvey E. White, McGraw-Hill, 4th Edition, 2001

Principles of Optics, Max Born and Emil Wolf, Cambridge, 1999

Óptica e Fotónica, Mário Ferreira, LIDEL, 2003

Physics for Scientists and Engineers, Fishbane, Gasiorowicz and Thornton, 3rd Edition, Extended, Prentice Hall, 2005

Fundamentals of Physics, Halliday / Resnick / Walker, John Wiley & Sons, 11th edition, 2018

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

A FCT NOVA inclui, na sua missão, o desenvolvimento de investigação competitiva no plano internacional, bem como a oferta de ensino de excelência, com ênfase crescente em segundos e terceiros ciclos, fundado em primeiros ciclos sólidos, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional.

Os diplomados de 1.º ciclo adquirem uma formação base, sólida, coerente e relevante com vista aos objetivos de aprendizagem.

As metodologias de ensino e aprendizagem diferem entre UC mas tendem a dar prevalência a um ensino-aprendizagem ativo e orientado por projetos.

O curso adequa-se ao "Perfil Curricular FCT", conjunto de características comuns a todos os cursos da escola que favorecem o desenvolvimento de competências transversais, potenciam a ligação à sociedade, e desenvolvem uma cultura de inovação, empreendedorismo, e desenvolvimento científico.

A avaliação contínua, fazendo parte das características do referido Perfil, é aplicada a todas as UC.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

FCT NOVA includes in its mission the development of competitive research at the international level, as well as the provision of excellent teaching, with an increasing emphasis on second and third cycles, founded on solid first cycles, conveyed by competitive academic programs at national and international level.

1st cycle graduates acquire basic, solid, coherent and relevant training with a view to learning objectives.

Teaching and learning methodologies differ between UC but tend to give priority to active, project-oriented teaching and learning.

The course is adapted to the "FCT Curricular Profile", a set of characteristics common to all school courses that favor the development of transversal skills, enhance the connection to society, and develop a culture of innovation, entrepreneurship, and scientific development. The continuous assessment, being part of the characteristics of the mentioned Profile, is applied to all UC.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

Para cálculo dos créditos ECTS das UC foi utilizado como indicador a equiparação de 1 unidade ECTS a 28 horas de trabalho do estudante. O esforço do estudante nas várias componentes de atividade de cada unidade curricular tem sido continuamente aferido e quando necessário reajustado pelos docentes e comissão científica do curso, de forma informada por inquéritos periódicos na FCT NOVA, desde o início do processo de Bolonha. Na presente proposta foi de novo analisada a creditação das UC, tendo sido preocupação equilibrar o esforço do estudante entre os vários semestres do curso. De acordo com as recomendações gerais da FCT NOVA, todas unidades curriculares são medidas em múltiplos de 3 ECTS, por questões de modularidade e flexibilidade.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

To calculate the ECTS credits of the UC, the equation of 1 ECTS unit to 28 hours of student work was used as an indicator. The student's effort in the various activity components of each curricular unit has been continuously assessed and, when necessary, readjusted by the professors and the scientific committee of the course, in a manner informed by periodic surveys at FCT NOVA, since the beginning of the Bologna process. In the present proposal, the accreditation of the UC was again analyzed, and it was a concern to balance the student's effort between the various semesters of the course. According to the general recommendations of FCT NOVA, all curricular units are measured in multiples of 3 ECTS, for reasons of modularity and flexibility.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

No final de cada semestre são feitos inquéritos aos alunos que incluem questões sobre o cumprimento de objetivos e adequação dos métodos de ensino. Os docentes também respondem a um outro inquérito. O coordenador de curso analisa todos os relatórios, concordando ou não, tal como o presidente de departamento e o presidente do conselho pedagógico.

Eventuais discrepâncias são discutidas entre as partes envolvidas e corrigidas em posterior edição.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

At the end of each semester, surveys are made to students that include questions about achieving objectives and adapting teaching methods. Teachers also respond to another survey. The course coordinator reviews all reports, whether they agree or not, as do the department chairperson and the chairman of the teaching council. Any discrepancies are discussed between the parties involved and corrected in a later edition.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Em cursos de 1.º ciclo a participação em atividades científicas é essencialmente restrita a atividades laboratoriais protocoladas. Apenas no estágio PIIC existe a oportunidade de envolver o estudante em atividades de I&D. As atividades laboratoriais protocoladas são abundantes nas diversas UC com componente laboratorial (PL).

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

In 1st cycle courses, participation in scientific activities is essentially restricted to registered laboratory activities. Only at the UROP stage is there an opportunity to involve the student in R&D activities. The protocolled laboratory activities are abundant in the different UC with a laboratory component (PL).

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos**4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:**

São atribuídos 180 ECTS para 6 semestres curriculares, de acordo com o artigo 9.º do DL n.º 74/2006.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

180 ECTS are awarded for 6 curricular semesters, in accordance with article 9 of DL no. 74/2006.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

No cálculo dos créditos ECTS das UC foi utilizado como indicador a equiparação de 1 unidade ECTS a 28 horas de trabalho do estudante. O total de horas de contacto com o docente são somadas às horas de trabalho autónomo estimadas. O esforço do estudante nas várias componentes de atividade de cada unidade curricular tem sido continuamente aferido e quando necessário reajustado pelos docentes e comissão científica do curso, de forma informada por inquéritos periódicos na FCT NOVA, desde o início do processo de Bolonha. Na presente proposta foi de novo analisada a creditação das UC, tendo sido preocupação equilibrar o esforço do estudante entre os vários semestres do curso. De acordo com as recomendações gerais da FCT NOVA, todas unidades curriculares são medidas em múltiplos de 3 ECTS, por questões de modularidade e flexibilidade.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

In calculating the ECTS credits of the UC, the equivalent of 1 ECTS unit to 28 hours of student work was used as an indicator. The total hours of contact with the teacher are added to the estimated hours of independent work. The student's effort in the various activity components of each curricular unit has been continuously assessed and, when necessary, readjusted by the professors and the scientific committee of the course, in a manner informed by periodic surveys at FCT NOVA, since the beginning of the Bologna process. In the present proposal, the accreditation of the UC was again analyzed, and it was a concern to balance the student's effort between the various semesters of the course. According to the general recommendations of FCT NOVA, all curricular units are measured in multiples of 3 ECTS, for reasons of modularity and flexibility.

4.7. Observações**4.7. Observações:**

Pertencente ao Perfil Curricular FCT, está incluída nos planos curriculares, uma opção designada Unidade Curricular do Bloco Livre, a qual inclui unidades de todas as áreas científicas da FCT NOVA, com exceção das da área predominante do curso, aprovadas anualmente pelo Conselho Científico da FCT NOVA.

4.7. Observations:

As part of the FCT Curricular Profile, an option called Unrestricted Elective is included in the curricular plans, which includes curricular units from all scientific areas of FCT NOVA, with the exception of the predominant area of the course, approved annually by the Scientific Council of FCT NOVA.

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

Maria Isabel Simões Catarino

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree / Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Ana Cristina Malheiro Casimiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Cristina Gomes da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física.	100	Ficha submetida
André João Maurício Leitão do Valle Wemans	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Física	100	Ficha submetida
António Carlos Simões Paiva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Arnaldo Manuel Guimarães Batista	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Biomédica	100	Ficha submetida
Carla Maria Gonçalves Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	PhD in Computer Science	100	Ficha submetida
Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Elsa Estevão Fachadas Nunes Moreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática com especialização em estatística	100	Ficha submetida
Fábio Augusto da Costa Carvalho Chalub	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Gregoire Marie Jean Bonfait	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física da Matéria condensada	100	Ficha submetida
Herberto de Jesus da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
João Duarte Neves Cruz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física Nuclear	100	Ficha submetida
José Luís Toivola Câmara Leme	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Epistemologia das ciências	100	Ficha submetida
José Maria Nunes de Almeida Gonçalves Gomes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Análise Matemática	100	Ficha submetida
José Paulo Moreira dos Santos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Luís Filipe Santos Gomes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Maria Adelaide de Almeida Pedro de Jesus	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Varregoso Miguens	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida
Maria Isabel Simões Catarino	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Eng ^a Física	100	Ficha submetida
Maria Micaela Leal da Fonseca	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física Especialidade Física Nuclear	100	Ficha submetida
Marta Cristina Vieira Faias Mateus	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Nuno Manuel Ribeiro Pregoça	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Orlando Manuel Neves Duarte Teodoro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Doutoramento em Engenharia Física	100	Ficha submetida
Paulo António Martins Ferreira Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências e Engenharia dos Materiais	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Cardoso Vieira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Medical Physics & Biomedical Engineering	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Duarte Gonçalves Amaro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Ricardo Nuno Pereira Verga e Afonso Vigário	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Major in Computer Science and Minor in Biophysics	100	Ficha submetida

Rui Alexandre Nunes Neves da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Rui Fernando dos Santos Pereira Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física/Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Ruy Araújo da Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	Ficha submetida
Yuri Fonseca da Silva Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Física, especialidade Física Aplicada	100	Ficha submetida
				3300	

<sem resposta>

5.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

5.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

5.4.1.1. Número total de docentes.

33

5.4.1.2. Número total de ETI.

33

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.*

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 teaching staff with a full time link to the institution:	33	100

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD*

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 holding a PhD (FTE):	33	100

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.

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 holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	17	51.515151515152 33
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0 33

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	33	100	33
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0	33

Pergunta 5.5. e 5.6.

5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

O Regulamento da FCT NOVA relativo à Avaliação do Desempenho têm por objeto o desempenho dos docentes, visando avaliá-lo em função do mérito e melhorar a sua qualidade. A avaliação de desempenho abrange todos os docentes das escolas envolvidas, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respetiva atividade: a) Docência; b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação; c) Tarefas administrativas e de gestão académica; d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade. Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos. Para a permanente atualização dos docentes contribui, desde logo, a implementação de uma política de estímulo à investigação de qualidade com o objetivo de incentivar projetos com potencial de investigação e reconhecer o mérito dos investigadores mais destacados.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The Evaluation of the Performance's Statutes of FCT NOVA evaluate the merit of all academic staff, in order to improve their quality. The evaluation considers the specificities of each scientific area and aims at all the aspects of academic activity: a) Teaching; b) Research, development and innovation; c) Administrative work and academic management; d) Dissemination and community support activities. The evaluations' results impact the remuneration of the academic staff, tenure, contract renewal of professors, authorisation of sabbatical leaves, teaching load, and grants. The implementation of incentives for quality research based on the evaluation, contributes to continuous updates of staff, to improve the research potential, and to acknowledge the merit of the most recognised professors.

5.6. Observações:

<sem resposta>

5.6. Observations:

<no answer>

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Afonso Jorge Romano Moutinho, Técnico, 70%
Ana Luísa Oliveira Cruz, Administrativo, 70%
Eduardo Morais Jobling, Assistente Técnico, 70%
Fábio Daniel Campos Evangelista, Técnico, 90%
João Alberto dos Santos Faustino, Técnico Superior, 70%
João Filipe dos Santos Sampaio Abade Carvalho, Administrativo, 90%
Maria Luíza dos Santos Oliveira, Técnico Superior, 70%

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

Afonso Jorge Romano Moutinho, Technician, 70%
Ana Luísa Oliveira Cruz, Administrative, 70%
Eduardo Morais Jobling, Technical Assistant, 70%
Fábio Daniel Campos Evangelista, Technician, 90%
João Alberto dos Santos Faustino, Superior Technician, 70%
João Filipe dos Santos Sampaio Abade Carvalho, Administrative, 90%
Maria Luíza dos Santos Oliveira, Superior Technician, 70%

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

Afonso Jorge Romano Moutinho, 12.º ano
Ana Luísa Oliveira Cruz, Administrativo, 12.º ano
Eduardo Morais Jobling, Assistente Técnico, 12.º ano
Fábio Daniel Campos Evangelista, Técnico, 12.º ano
João Alberto dos Santos Faustino, Técnico Superior, Licenciatura

João Filipe dos Santos Sampaio Abade Carvalho, Administrativo, 12.º ano
Maria Luíza dos Santos Oliveira, Técnico Superior, Licenciatura

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

Afonso Jorge Romano Moutinho, 12th year
Ana Luísa Oliveira Cruz, Administrativo, 12th year
Eduardo Morais Jobling, Assistente Técnico, 12th year
Fábio Daniel Campos Evangelista, Técnico, 12th year
João Alberto dos Santos Faustino, Técnico Superior, Bachelor
João Filipe dos Santos Sampaio Abade Carvalho, Administrativo, 12th year
Maria Luíza dos Santos Oliveira, Técnico Superior, Bachelor

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do pessoal não docente é efetuada segundo o SIADAP – Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho da Função Pública – o qual assenta na definição de objetivos institucionais que são desdobrados pela organização. Os objetivos a atingir por cada funcionário, administrativo ou técnico, são definidos no início de cada ciclo avaliativo e estão alinhados com os objetivos estratégicos da instituição. A progressão do funcionário, a existir, dependerá da avaliação bienal que é feita em função do cumprimento das metas fixadas.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The performance of non-academic staff is based on SIADAP – Integrated System for Performance Evaluation of Public Administration. SIADAP requires the definition and deployment of institutional objectives. The goals to be attained by the non-academic staff are aligned with the institution strategic objectives and are defined at the beginning of each evaluation cycle. The career progression of staff depends on their biennial evaluation, which is based on the degree of accomplishment of the pre-defined goals.

7. Instalações e equipamentos

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

A FCT NOVA dispõe de instalações para garantir o nível e a qualidade da formação proposta, e adequada às exigências científicas e pedagógicas necessárias para cumprir os objetivos:^[1]
- Espaços letivos equipados com projetores multimédia (com uma área aproximada de 5718 m2);
- Laboratórios adequados e bem equipados para a realização de trabalho experimental, quer a nível da lecionação, quer a nível da investigação (com uma área aproximada de 1383 m2);
- Salas de computadores, com possibilidade de acesso permanente, que podem ser utilizadas pelos alunos para a execução de trabalhos, mas também para lecionação. Adicionalmente o campus está coberto por uma rede wireless;
- Uma biblioteca que permite o acesso a bibliografia extensa e atualizada, estando bem equipada nas áreas relevantes do curso Biblioteca (com uma área aproximada de 6500 m2);
- Cantinas, bares e residência universitária com capacidade para receber alunos, mas também professores e investigadores convidados.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

FCT NOVA has facilities to guarantee the level and quality of the proposed training, and adequate to the scientific and pedagogical requirements necessary to fulfill the objectives:
- Teaching spaces equipped with multimedia projectors (with an approximate area of 5718 m2);
- Adequate and well-equipped laboratories for carrying out experimental work, both in terms of teaching and research (with an approximate area of 1383 m2);
- Computer rooms, with the possibility of permanent access, which can be used by students for the execution of works but also for teaching. Additionally, the campus is covered by a wireless network;
- A library that allows access to extensive and updated bibliography, being well equipped in the relevant areas of the Library course (with an area of approximately 6500 m2);
- Canteens, bars and university residences with the capacity to receive students, but also invited professors and researchers.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Os equipamentos afetos ao ciclo de estudos dividem-se entre os laboratórios didáticos do DF e os laboratórios científicos do LIBPhys e do CEFITEC. De entre todos os equipamentos disponíveis para o curso, salientam-se:^[1]
• Diversos microscópios óticos e eletrónicos (1 SEM);
• Material de laboratório diverso para síntese química;
• Espectrómetros de fluorescência de raios-X;^[1]
• Espectrómetro Raman;
• Espectrometria por mobilidade iónica;
• TOF SIMS;

- Equipamento multitécnicas com AES, ISS, XPS, WF e SIMS;
- Laboratório computacional;^[1]^[2]^[3]
- Lasers de estado sólido, CO₂ e solar;^[1]^[2]^[3]
- Câmaras de deposição por sputtering;^[1]^[2]^[3]
- Criorrefrigeradores (temperatura mínima de 2.6K)

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

The equipment used in the study cycle is divided between the didactic laboratories of DF and the scientific laboratories of LIBPhys and CEFITEC. Among all the equipment available for the course, the following stand out:

- Several optical and electronic microscopes (1 SEM);
- Different laboratory material for chemical synthesis;
- X-ray fluorescence spectrometers;
- Raman spectrometer;
- Ion mobility spectrometry;
- TOF SIMS;
- Multitechnical equipment with AES, ISS, XPS, WF and SIMS;
- Computational laboratory;
- Solid state, CO₂ and solar lasers;
- Sputtering deposition chambers;
- Cryocoolers (minimum temperature 2.6K)

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

8.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
LIBPhys - Laboratório de Instrumentação, Engenharia Biomédica e Física das Radiações / Laboratory for Instrumentation, Biomedical Engineering and Radiation Physics	Muito Bom / Very Good	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa	7	http://libphys.pt/
CEFITEC - Centro de Física e Investigação Tecnológica / Centre of Physics and Technological Research	Bom / Good	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa	6	https://www.cefitec.fct.unl.pt/
CTS – Centro de Tecnologia e Sistemas / Centre of Technology and Systems	Muito Bom / Very Good	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa	4	http://www.uninova.pt/cts

Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/6ee00ba8-b34a-8f3a-0687-5e751c9b1d22>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/6ee00ba8-b34a-8f3a-0687-5e751c9b1d22>

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

Protocolos de empresas várias para os estágios PIPP.

Protocolo IST/CTN — Física Nuclear.

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

Various company protocols for PIPP stages.

Protocol IST / CTN - Nuclear Physics.

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

O número total de desempregados registados, com diploma (de Mestrado Integrado) em Engenharia Física da FCT NOVA, obtido desde 2006 a 2018, é de 3 (três) para 113 diplomados, resultando numa taxa global de 2,6%.*

Fonte: <http://www.dgeec.mec.pt/np4/92/> — Tabela Geral, junho 2018.

**2006 é a data de entrada em vigor do curso de MIEF.*

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

*The total number of registered unemployed, with FCT NOVA (Integrated Master's) degree in Physics Engineering, obtained from 2006 * to 2018, is 3 (three) for 113 graduates, resulting in an overall rate of 2.6%.*

Source: <http://www.dgeec.mec.pt/np4/92/> - General Table, June 2018.

** 2006 is the date of entry into force of the MIEF course.*

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

O curso de MIEF que está na génese deste LEF, e teve na 1.ª fase do Concurso Nacional de Acesso:

Em 2016:

*267 candidatos no total do contingente geral
32 candidatos em 1.ª opção no contingente geral
25 colocados (máximo)
156,2 nota mínima do contingente geral*

Em 2017:

*284 candidatos no total do contingente geral
27 candidatos em 1.ª opção no contingente geral
25 colocados (máximo)
159,6 nota mínima do contingente geral*

Em 2018:

*284 candidatos no total do contingente geral
40 candidatos em 1.ª opção no contingente geral
25 colocados (máximo)
164,2 nota mínima do contingente geral*

O MIEF foi neste ano o 2.º curso de mais elevada nota mínima de entrada na FCT NOVA.

A capacidade de atrair bons estudantes é assim evidente para este curso.

Fonte: <http://www.dges.gov.pt/guias/detcursopi.asp?codc=9368&code=0903>

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

The MIEF course that is at the origin of this LEF, and had in the 1st phase of the National Access Competition:

In 2016:

*267 candidates in the overall contingent
32 candidates in 1st option in the general contingent
25 places (maximum)
156.2 minimum grade of the general contingent*

In 2017:

*284 candidates in the total general quota
27 candidates in 1st option in the general contingent
25 places (maximum)
159.6 minimum grade of the general quota*

In 2018:

*284 candidates in the total general quota
40 candidates in 1st option in the general contingent
25 places (maximum)
164.2 minimum grade of the general contingent*

This year, the MIEF was the 2nd course with the highest minimum score at FCT NOVA.

The ability to attract good students is thus evident for this course.

Source: <http://www.dges.gov.pt/guias/detcursopi.asp?codc=9368&code=0903>

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

No âmbito de projetos pedagógicos e de realização de dissertações tem-se contado com a pareceria da seguinte instituição:

Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

Concerning pedagogical projects, we have joint projects with:

Instituto Superior Técnico of the University of Lisbon

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

Bachelor of Engineering in Engineering Physics

University of Oldenburg, Alemanha

<https://www.daad.de/deutschland/studienangebote/international-programmes/en/detail/3772/>

BSc in Engineering (Physics and Technology)

Faculty of Engineering University of Southern Denmark, Dinamarca

https://www.sdu.dk/en/uddannelse/bachelor/fysik_og_teknologi/uddannelsens_opbygning

Engineering Physics BSc (Hons)

Loughborough University, Reino Unido

<https://www.lboro.ac.uk/study/undergraduate/courses/a-z/engineering-physics-bsc/>

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Bachelor of Engineering in Engineering Physics

University of Oldenburg, Alemanha

<https://www.daad.de/deutschland/studienangebote/international-programmes/en/detail/3772/>

BSc in Engineering (Physics and Technology)

Faculty of Engineering University of Southern Denmark, Dinamarca

https://www.sdu.dk/en/uddannelse/bachelor/fysik_og_teknologi/uddannelsens_opbygning

Engineering Physics BSc (Hons)

Loughborough University, Reino Unido

<https://www.lboro.ac.uk/study/undergraduate/courses/a-z/engineering-physics-bsc/>

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Os princípios orientadores dos objetivos deste ciclo de estudos corroboram os dos seus pares, nomeadamente:

“... students will concentrate on physics and mathematics combined with an introduction to topics on engineering. In the laboratory projects, students are gradually introduced to self-contained laboratory work... Business administration and languages are part of the programme.” (University of Oldenburg)

“Explore physical phenomena and turn ideas into technological breakthroughs. The leap between research and the realisation of new products, methods and techniques is getting increasingly smaller. Therefore companies on the leading technological edge need engineers who can combine scientific and engineering skills such as optics, nanotechnology and electronics.” (University of Southern Denmark)

“... degree applies physical principles to engineering and technology, equipping you with the fundamentals... to help you engineer solutions to real-world problems.” (Loughborough University)

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The guiding principles of the objectives of this study cycle corroborate those of their peers, namely:

“... Students will concentrate on physics and mathematics combined with an introduction to topics on engineering. In the laboratory projects, students are gradually introduced to self-contained laboratory work ... Business administration and languages are part of the program. ” (University of Oldenburg)

“Explore physical phenomena and turn ideas into technological breakthroughs. The leap between research and the realization of new products, methods and techniques is getting increasingly smaller. Therefore companies on the leading technological edge need engineers who can combine scientific and engineering skills such as optics, nanotechnology and electronics. ” (University of Southern Denmark)

“... Degree applies physical principles to engineering and technology, equipping you with the fundamentals... to help you engineer solutions to real-world problems.” (Loughborough University)

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolo Geral da FCT para o Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP)

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Protocolo Geral da FCT para o Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP)

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Protocolo de parceria Geral_PIPP.pdf](#)

Mapa VII - Minuta_ ADENDA_Protocolo de parceria Geral

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Minuta_ ADENDA_Protocolo de parceria Geral

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Minuta_ ADENDA_Protocolo de parceria Geral.pdf](#)

Mapa VII - Entidades

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Entidades

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Entidades_LEF.pdf](#)

Mapa VII - Altran

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Altran

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Altran.pdf](#)

Mapa VII - Autoeuropa

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Autoeuropa

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Autoeuropa.pdf](#)**Mapa VII - CEiiA**

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

CEiiA

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._CEiiA.pdf](#)

Mapa VII - Closer

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Closer

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Closer_Afonso Capela.pdf](#)

Mapa VII - Closer

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Closer

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Closer_Ana Madureira.pdf](#)

Mapa VII - Imprensa Nacional Casa da Moeda

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Imprensa Nacional Casa da Moeda

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._INCM_Audrey Inacio.pdf](#)

Mapa VII - Imprensa Nacional Casa da Moeda

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Imprensa Nacional Casa da Moeda

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._INCM_Carolina Adame.pdf](#)

Mapa VII - Labelec

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Labelec

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Labelec \(Francisco Pinto\).pdf](#)

Mapa VII - Labelec

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Labelec

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Labelec \(Ruben Pereira\).pdf](#)

Mapa VII - Instituto Superior Técnico

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Instituto Superior Técnico

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._protocolo_de_colaboracao_entre_a_fct_unl_e_o_ist.pdf](#)

Mapa VII - Altran Portugal**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Altran Portugal***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Adenda_Altran_Camarate.pdf](#)**Mapa VII - Closer****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Closer***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Adenda_Ana Madureira.pdf](#)**Mapa VII - Labelec****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Labelec***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Adenda_Ana Mendes.pdf](#)**Mapa VII - Altran Portugal****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Altran Portugal***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._adenda_diogo.pdf](#)**Mapa VII - Labelec****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Labelec***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Adenda_Inês Oliveira.pdf](#)**Mapa VII - Closer****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Closer***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Adenda_João Casalão.pdf](#)**Mapa VII - Closer****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Closer***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Adenda_Joao Santos.pdf](#)**Mapa VII - Closer****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Closer***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Adenda_Tomas Rocha.pdf](#)**Mapa VII - Bee2Fire**

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:*Bee2Fire***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo_Bruno Santos.pdf](#)**Mapa VII - Trevo Caparica****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Trevo Caparica***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo_Goncalo Leonidas.pdf](#)**Mapa VII - Mercurius Health****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Mercurius Health***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo_Teresa Martins.pdf](#)**Mapa VII - Volkswagen Autoeuropa, Lda.****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Volkswagen Autoeuropa, Lda.***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Acordo de estágio _ Orlando Ferreira \(1\) \(7\).pdf](#)**Mapa VII - Volkswagen Autoeuropa, Lda.****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Volkswagen Autoeuropa, Lda.***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Acordo de estágio_Rita Vasco \(1\)-compactado.pdf](#)**11.2. Plano de distribuição dos estudantes**

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

[11.2._Plano de distribuição estudantes.pdf](#)**11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.**

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

O Programa PIPP de cada um dos cursos de licenciatura tem um coordenador, que acompanha os estudantes na escolha do seu estágio de curta duração.

Cada estágio tem um orientador na empresa e um orientador docente da FCT NOVA. Este último funciona como ponto de ligação, e também como avaliador do estudante na Unidade Curricular de PIPP.

A FCT NOVA dispõe de uma plataforma online onde as empresas podem apresentar as suas ofertas de estágios e dispõe de um Gabinete de Apoio ao Estudante e ao Diplomado (GAED) sendo uma das suas funções prestar o apoio à promoção, organização e gestão da oferta de estágios e de formação extracurricular, bem como o apoio à inserção profissional de diplomados da Faculdade.

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

There is a coordinator of the UPOP program for each Integrated Master programs of FCT NOVA. This coordinator guides the students in their choice of an UPOP internship.

Moreover, each internship has, besides a supervisor in the company, an academic supervisor that must be a professor at FCT NOVA. The latter serves as a liaison, as well as an evaluator of the student for the UPOP curricular unit. FCT NOVA has an online platform where companies can present their internship offers and has a Student and Graduate Support Office (GAED), where one of its functions is to support the promotion, organization and management of the

internships and extracurricular training offer, as well as support for the professional insertion of graduates from the Faculty.

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

[11.4.1_NORMAS.pdf](#)

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

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>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- *Experiência de quase 40 anos do DF da FCT NOVA no ensino da Engenharia Física, dando especial ênfase ao ensino experimental.*
- *Elevada empregabilidade de engenheiros físicos de conceção e banda larga.*
- *Todos os docentes a tempo integral são doutorados e membros de centros de investigação.*
- *Excelentes infraestruturas de ensino e investigação.*
- *Integração em redes de investigação e educação avançada, nacionais e internacionais. A qualidade da investigação do Departamento, e o envolvimento dos estudantes nas atividades de investigação.*
- *Excelente apreciação pelos empregadores (nacionais e internacionais) da formação do DF, assim como pelos alunos (inquéritos).*
- *Cobertura de competências transversais e “Perfil Curricular FCT”.*

12.1. Strengths:

- *Experience of almost 40 years of the DF of FCT NOVA in teaching Physics Engineering, with special emphasis on experimental teaching.*
- *High employability of physics design engineers and broadband.*
- *All full-time professors are PhDs and members of research centers.*
- *Excellent teaching and research infrastructures.*
- *Integration into national and international research and advanced education networks. The quality of the Department's research, and the involvement of students in research activities.*
- *Excellent appreciation by employers (national and international) of the formation of the Federal District, as well as by students (surveys).*
- *Coverage of transversal skills and “FCT Curricular Profile”.*

12.2. Pontos fracos:

Apesar de ter sido preenchido o numerus clausus nos recentes anos do curso de MIEF, com classificações elevadas (16,42 valores em 2018/19), terão que continuar a ser feitos esforços no sentido de atrair cada vez melhores e mais bem informados candidatos para a área de Engenharia Física por forma a minimizar a taxa de abandono ao longo do curso. A situação poderia beneficiar de uma mais correta visibilidade e enquadramento da área no ensino secundário, e na comunicação com a sociedade em geral; apesar dos esforços feitos, existe em muitos casos uma perceção deficiente do que é verdadeiramente a Engenharia Física pelos estudantes de Ciência e Tecnologia.

12.2. Weaknesses:

Although the numerus clausus has been filled in the recent years of the MIEF course, with high marks (16.42 points in 2018/19), efforts will have to continue to be made in order to attract increasingly better and better informed candidates to the Physics Engineering area in order to minimize the dropout rate throughout the course. The situation could

benefit from a more correct visibility and framing of the area in secondary education, and in communication with society in general; despite the efforts made, in many cases there is a poor perception of what Physics Engineering really is by students of Science and Technology.

12.3. Oportunidades:

- *Formar profissionais multidisciplinares com valências em diversas áreas, tais como física atómica e molecular, física nuclear e dos plasmas, física das interfaces, ótica e optoeletrónica, detetores, criogenia e técnicas analíticas aplicadas à saúde e património cultural.*^[SEP]
- *Criação de uma formação fortemente apoiada na investigação de excelência que é desenvolvida, na área, no DF-FCT NOVA.*
- *Ligação à indústria nacional e internacional na abordagem de problemas tecnológicos não triviais.*

12.3. Opportunities:

- *Train multidisciplinary professionals with expertise in several areas, such as atomic and molecular physics, nuclear and plasma physics, interface physics, optics and optoelectronics, detectors, cryogenics and analytical techniques applied to health and cultural heritage.*
- *Creation of training strongly supported by research of excellence that is developed, in the area, at DF-FCT NOVA.*
- *Connection to national and international industry in addressing non-trivial technological problems.*

12.4. Constrangimentos:

- *A questão geral de eventual agravamento das dificuldades na gestão flexível e disponibilidade de recursos humanos e materiais, inerentes ao enquadramento institucional e à situação económica global, em particular relativamente ao reforço e renovação de recursos humanos.*^[SEP]
- *A inovação pedagógica para uma Universidade 4.0 apresenta dificuldades de motivação e implementação.*

12.4. Threats:

- *The general issue of possible aggravation of difficulties in flexible management and availability of human and material resources, inherent to the institutional framework and the global economic situation, in particular in relation to the strengthening and renewal of human resources.*
- *Pedagogical innovation for a University 4.0 presents difficulties in motivation and implementation.*

12.5. Conclusões:

Propõe-se aqui um ciclo de estudos decorrente do Mestrado Integrado em Engenharia Física que, face ao DL n.º 65/2018, se adapta desdobrando-se em duas propostas com a mesma essência do ciclo de origem: uma licenciatura aqui apresentada, e um mestrado.

Comparativamente ao ciclo de origem, a UC de Eletromagnetismo Avançado migra do 1.º ciclo de MIEF para 2.º ciclo (MEF), juntamente com Microeletrónica, pois que para a Engenharia Física esses conteúdos permitem ao estudante aplicar os seus conhecimentos e a sua capacidade de compreensão e de resolução de problemas em situações novas e não familiares, em contextos alargados e multidisciplinares, ainda que relacionados com a sua área de estudo, considerado como competência de grau de mestre (Decreto-Lei n.º 115/2013, art. 15.º).

Economia Industrial deixa o 2.º ciclo de MIEF para o 1.º ciclo (LEF) visto que nessa UC pretende-se desenvolver a capacidade de recolher, selecionar e interpretar a informação relevante, particularmente na sua área de formação, que os habilite a fundamentarem as soluções que preconizam e os juízos que emitem, incluindo na análise os aspetos sociais, científicos e éticos relevantes, considerado como competência de grau de licenciado (Decreto-Lei n.º 115/2013, art. 5.º).

Foi feito algum ajuste aos conteúdos das áreas de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores bem como de Informática, mantendo os ECTS das respetivas áreas. Eletromagnetismo Avançado migra para o 2.º ciclo, juntamente com Microeletrónica. Ótica que vê os ECTS aumentados em face da abrangência de conteúdos da área. Física Atómica e Física Nuclear que constavam no 1.º ciclo de MIEF dão origem a Física Atómica e Molecular e Física Nuclear e Radiações, respetivamente, com conteúdos revistos e lecionadas em sinergia com o curso de Engenharia Biomédica (como acontece já com outras UC que não são alteradas).

12.5. Conclusions:

It is proposed here a cycle of studies resulting from the Integrated Master in Physics Engineering that, in view of DL 65/2018, adapts itself into two proposals with the same essence of the original cycle: a degree presented here, and a master's degree.

Compared to the original cycle, the Advanced Electromagnetism UC migrates from the 1st cycle of MIEF to the 2nd cycle (MEF), together with Microelectronics, since for Physics Engineering these contents allow the student to apply their knowledge and their ability to understand and problem solving in new and unfamiliar situations, in broad and multidisciplinary contexts, even if related to their area of study, considered as a master's degree competency (Decree-Law No. 115/2013, art. 15).

Industrial Economics leaves the 2nd cycle of MIEF to the 1st cycle (LEF) since in this UC it is intended to develop the ability to collect, select and interpret relevant information, particularly in its area of training, which will enable them to base the solutions that recommend and the judgments they issue, including in the analysis the relevant social, scientific and ethical aspects, considered to be a graduate degree competency (Decree-Law no. 115/2013, art. 5).

Some adjustment was made to the contents of the areas of Electrical and Computer Engineering as well as Informatics, maintaining the ECTS of the respective areas. Advanced Electromagnetism migrates to the 2nd cycle, together with Microelectronics. Optics that sees the ECTS increased due to the scope of content in the area. Atomic Physics and Nuclear Physics that were part of the 1st cycle of MIEF give rise to Atomic and Molecular Physics and Nuclear Physics and Radiations, respectively, with content reviewed and taught in synergy with the Biomedical Engineering course (as already happens with other UC that are not changed).