

NCE/19/1901051 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:
Universidade De Lisboa

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

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

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:
Engenharia Aeroespacial

1.3. Study programme:
Aerospace Engineering

1.4. Grau:
Licenciado

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Engenharia Aeroespacial

1.5. Main scientific area of the study programme:
Aerospace Engineering

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):
525

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:
<sem resposta>

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

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

1.9. Número máximo de admissões:

155

1.10. Condições específicas de ingresso.

Provas de Ingresso: Matemática A + Física e Química

Classificações mínimas:

Classificação mínima de 100 em cada uma das provas de ingresso (exames nacionais do ensino secundário), e;

Classificação mínima de 120 na nota de candidatura. A nota de candidatura (NC) é calculada utilizando um peso de 50% para a classificação do Ensino Secundário (MS) e um peso de 50% para a classificação das provas de ingresso (PI). -

Fórmula de Cálculo da Nota de Candidatura: $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$ (ou seja, média aritmética da classificação final do Ensino Secundário e da classificação das provas de ingresso).

1.10. Specific entry requirements.

Admission exams: Mathematics A + Physics and Chemistry

Minimum admission grade:

Minimum score of 100 in each of the entrance exams (national secondary education exams), and;

Minimum classification of 120 in the application grade. The application grade (NC) is calculated using a weight of 50% for the classification of Secondary Education (MS) and a weight of 50% for the classification of entrance exams (PI). -

Application Note Calculation Formula: $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$ (that is, arithmetic average of the final grade of Secondary Education and the classification of entrance exams).

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

1.11.1. If other, specify:

<no answer>

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

IST - Campus Alameda

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

IST - Campus Alameda

1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):

[1.13._Desp n.º 6604-2018, 5 jul_RegCreditaçãoExpProfissional.pdf](#)

1.14. Observações:

<sem resposta>

1.14. Observations:

<no answer>

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Científico

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico

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

[2.1.2._Pareceres do CC criacao de cursos\)-LEAero.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico

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

[2.1.2._Pareceres do CP \(criacao de cursos\)_Lic_Eng_Aer \(1\) \(1\).pdf](#)

Mapa I - Conselho de Gestão

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Gestão

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

[2.1.2._parecer_CG.pdf](#)

Mapa I - Conselho de Escola

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Escola

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

[2.1.2._parecer_CE.pdf](#)

Mapa I - Reitor da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade de Lisboa

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

[2.1.2._DespReit n.º 107-2020 _ Cr _Lic_Engª Aeroespacial.pdf](#)

Mapa I - Plano de Transição do Mestrado Integrado para a Licenciatura

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de Transição do Mestrado Integrado para a Licenciatura

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

[2.1.2._LEAer_Plano_Transição.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 estrutura curricular da Licenciatura em Engenharia Aeroespacial é uma síntese de tecnologias avançadas que distinguem o século XX dos que o precederam, que têm uma importância crescente no século XXI; encontram-se integradas em vários tipos de veículos, como aeroplanos, helicópteros, aeronaves robotizadas, foguetões e satélites e nos meios de apoio associados como a gestão do tráfego aéreo e outros aspectos operacionais. Todos estes veículos integram de formas diversas, através da dinâmica de voo atmosférico, orbital e interplanetário, um vasto leque de tecnologias modernas, que incluem a aerodinâmica, a propulsão, as estruturas, os materiais, os processos de fabrico, o controlo, a computação, a electrónica, as telecomunicações, a inteligência artificial, os sistemas eléctricos, hidráulicos, pneumáticos e outros.

3.1. The study programme's generic objectives:

The curriculum of the Degree in Aerospace Engineering is a demonstration of advanced technologies that distinguish the 20th century from those that preceded it and have an increasing importance in the 21st century; they are integrated in various types of vehicles, such as airplanes, helicopters, unmanned air vehicles, rockets and satellites and other areas such as air traffic management and other operational procedures. All of these vehicles integrate a wide range of modern technologies, in the areas of atmospheric flight dynamics, orbital dynamics and interplanetary missions and including aerodynamics, propulsion, structures, materials, manufacturing processes, control, computations, electronics, telecommunications, artificial intelligence and electrical, hydraulic, pneumatic and other systems.

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

No final da licenciatura o aluno deverá ter desenvolvido conhecimentos e competências para:

- *conceber, projetar, fabricar e operar sistemas e produtos de engenharia aeroespacial de uma forma criativa, crítica, autónoma e interdisciplinar, incorporando as mais recentes inovações tecnológicas.*
- *resolver problemas de engenharia em contextos alargados e multidisciplinares, no âmbito da conceção de produtos, equipamentos e sistemas sujeitos a condicionalismos tecnológicos, económicos, sociais e ambientais.*
- *lidar com problemas de engenharia aeroespacial complexos, recolhendo, seleccionando e interpretando a informação relevante e integrar conhecimentos de modo a obter soluções ou emitir juízos, tendo em conta as implicações e responsabilidades éticas e sociais.*
- *desenvolver competências de interação que permitam lidar com situações profissionais numa gama alargada de organizações industriais, serviços e investigação e que envolvam níveis culturais e educacionais muito diferenciados.*

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

At the end of the degree, the student must have developed knowledge and skills to:

- *conceive, design, manufacture and operate aerospace engineering systems and products in a creative, critical, autonomous and interdisciplinary way, incorporating the latest technological innovations.*
- *solve engineering problems in broad and multidisciplinary contexts, in the scope of the design of products, equipment and systems subject to technological, economic, social and environmental constraints.*
- *deal with complex aerospace engineering problems, collecting, selecting and interpreting relevant information and integrating knowledge in order to obtain solutions or make judgments, taking into account the ethical and social implications and responsibilities.*
- *develop interaction skills that allow dealing with professional situations in a wide range of industrial organizations, services and research and that involve very different cultural and educational levels.*

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:

Nos termos do n.º 1 do Artigo 3.º dos Estatutos do IST, homologados pelo Despacho n.º 12255/2013 publicado em Diário da Republica de 25 de setembro de 2013, “É missão do IST, como instituição que se quer prospectiva no ensino universitário, assegurar a inovação constante e o progresso consistente da sociedade do conhecimento, da cultura, da ciência e da tecnologia, num quadro de valores humanistas.”

Nos termos do n.º 2 do mesmo artigo estabelece-se que, no cumprimento da sua missão, o IST: Privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico; Promove sinergias entre os domínios científicos que abarca e entre eles e outros afins; Procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo; Efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente. O IST está envolvido ativamente em várias redes e programas internacionais que visam a mobilidade de estudantes, nomeadamente através de programas de graduação e pós-graduação.

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:

According to paragraph 1 of Article 3 of the IST Statutes, approved by Order No. 12255/2013 published in Diário da Republica of 25 September 2013, “It is IST’s mission, as an institution that wants to be prospective in graduate education, to ensure constant innovation and consistent progress in knowledge, culture, science and technology, within a framework of humanistic values.”

Under the terms of paragraph 2 of the same article, it is established that, in carrying out its mission, IST: Favors scientific research and teaching with an emphasis on postgraduate education, and lifelong learning, as well as technological development; It promotes synergies between the scientific domains it encompasses and between them and others as such; It seeks to contribute to the competitiveness of the national economy through the transfer of technology, innovation and the promotion of entrepreneurship; It enables social responsibility, in the provision of scientific and technical services to the community and in supporting the insertion of graduates in the industrial world and their permanent training. IST is actively involved in several international networks and programs that aim at student mobility, namely through undergraduate and graduate programs.

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
Matemáticas Gerais/ General Mathematics	MatGer	24		
Química-Física, Materiais e Nanociências/ Physical Chemistry, Materials and Nanosciences	QFMN	6		
Engenharia e Gestão de Organizações / Engineering and Management of Organizations	EGO	3		
Probabilidades e Estatística / Probabilities and Statistics	PE	6		
Análise Numérica e Análise Aplicada / Numerical Analysis and Applied Analysis	ANAA	6		
Físicas e Tecnologias Básicas / Physics and Basic Technologies	FBas	12		
Ambiente e Energia / Environment and Energy	AE	6		
Projecto Mecânico e Materiais em Engenharia / Mechanical Project and Engineering Materials	PMME	9		
Mecânica Aplicada e Aeroespacial / Applied and Aerospace Mechanics	MAA	39	0	Oferta de 24 ECTS em UC de opção nesta AC
Mecânica Estrutural e Computacional / Structural and Computational Mechanics	MEC	6		
Controlo, Automação e Informática Industrial / Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	6		
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia / Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	6		
Computadores / Computers	Comp	12	0	Oferta de 6 ECTS em UC de opção nesta AC
Electrónica / Electronics	Eletr	6		
Energia / Energy	Energy	6		
Sistemas, Decisão e Controlo / Systems, Decision and Control	SDC	3	0	Oferta de 6 ECTS em UC de opção nesta AC
Todas as Áreas Científicas de Engenharia Aeroespacial/All Scientific Areas of Aerospace Engineering	ACEAer	6		

Humanidades, Artes e Ciências Sociais / Humanity, Arts and Social Sciences	HACS	6			
-	-	0	12		12ECTS em opções para obter grau. Elencodas UCs opção fixado anualmente pelo órgão legal do IST
(19 Items)		168	12		

4.3 Plano de estudos

Mapa III - N/A - 1º ano/1º semestre

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:
1º ano/1º semestre

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)
Cálculo Diferencial e Integral I / Differential and Integral Calculus I	MatGer	Semestral	168	TP56	6	
Álgebra Linear / Linear Algebra	MatGer	Semestral	168	TP56	6	
Sistemas Digitais / Digital Systems	Comp	Semestral	168	T28;TP14;PL14	6	
Desenho e Modulação Geométrica / Technical Drawing and Geometrical Modelling	PMME	Semestral	84	PL28	3	
Introdução à Aeronáutica e Espaço / Introduction to Aeronautics and Space	MAA	Semestral	84	S28	3	
Química Geral / Chemistry	QFMN	Semestral	168	T28; TP14;PL14	6	
(6 Items)						

Mapa III - N/A - 1º ano/2º semestre

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:
1º ano/2º semestre

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)
Cálculo Diferencial e Integral II / Differential and Integral Calculus II	MatGer	Semestral	168	TP56	6	

Programação / Programming	Comp	Semestral	168	T28;TP7;PL14	6
Ciência de Materiais / Materials Science	PMME	Semestral	168	T28;TP28	6
Mecânica Aplicada I / Applied Mechanics I	MAA	Semestral	168	T28;TP21;PL7	6
Desempenho / Performance	MAA	Semestral	168	T28;TP28	6

(5 Items)

Mapa III - N/A - 2º ano/1º semestre

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:
2º ano/1º semestre

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)
Cálculo Diferencial e Integral III / Differential and Integral Calculus III	MatGer	Semestral	168	TP56	6	
Matemática Computacional / Computational Mathematics	ANAA	Semestral	168	TP56	6	
Eletromagnetismo e Óptica / Electromagnetism and Optics	FBas	Semestral	168	T28;TP21	6	
Mecânica Aplicada II / Applied Mechanics II	MAA	Semestral	168	T28;TP21;PL7	6	
Humanidades, Artes e Ciências Sociais I / Humanity, Arts and Social Sciences I	HACS	Semestral	84	n.a.	3	UC a fixar anualmente pelo IST
Humanidades, Artes e Ciências Sociais II / Humanity, Arts and Social Sciences II	HACS	Semestral	84	n.a.	3	UC a fixar anualmente pelo IST

(6 Items)

Mapa III - N/A - 2º ano/2º semestre

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:
2º ano/2º semestre

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)
--------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Probabilidades e Estatística / Probabilistic and Statistics	PE	Semestral	168	TP56	6
Termodinâmica I / Thermodynamics I	AE	Semestral	168	T42;TP14	6
Teoria dos Circuitos e Fundamentos de Electrónica / Circuits Theory and Electronic Fundamentals	Electr	Semestral	168	TP42;PL14	6
Estabilidade de Voo / Flight Stability	MAA	Semestral	168	T28;TP28	6
Introdução à Mecânica Quântica / Introduction to Quantum Mechanics	FBas	Semestral	84	T14;TP10,5	3
Relatividade / Relativity	FBas	Semestral	84	T14;TP10,5	3

(6 Items)**Mapa III - N/A - 3º ano/1º semestre****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:***3º ano/1º semestre***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)
Mecânica Orbital / Orbital Mechanics	MAA	Semestral	168	T28;TP21	6	
Sistemas Electromecânicos / Electromechanical Systems	Energ	Semestral	168	TP42;PL7	6	
Aerodinâmica I / Aerodynamics I	TTCE	Semestral	168	T42;PL7	6	
Introdução ao Controlo / Introduction to Automatic Control	SDC	Semestral	84	T14;PL10,5	3	
Gestão / Management	EGO	Semestral	84	T14;TP10,5	3	a) Optativa: escolher uma unidade curricular de entre as duas oferecidas
Introdução à Economia / Introduction to Economics	EGO	Semestral	84	T14;TP10,5	3	a) Optativa: escolher uma unidade curricular de entre as duas oferecidas
Emissões Aeronáuticas / Aircraft Emissions	MAA	Semestral	168	TP49	6	b) Optativa Premajor: escolher 6 ECTS
Arquitetura e Organização de Computadores/ Computer Architecture and Organization	Comp	Semestral	168	T28;PL21	6	b) Optativa Premajor: escolher 6 ECTS
Fenómenos Interativos / Coupled Phenomena	MAA	Semestral	168	TP49	6	b) Optativa Premajor: escolher 6 ECTS

(9 Items)**Mapa III - N/A - 3º ano/2º semestre****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:
3º ano/2º semestre

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)
Controlo de Voo / Flight Control	CAII	Semestral	168	T28;TP14;PL7	6	
Ensaaios em Voo / Flight Testing	MAA	Semestral	168	T28;PL21	6	
Mecânica dos Materiais e Sólidos/Materials and Solid Mechanics	MEC	Semestral	168	T42;PL7	6	
Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Aeroespacial/ 1st Cycle Integrated Project in Aerospace Engineering	ACEAer	Semestral	168	OT14	6	
Novas configurações de veículos aeroespaciais / New Configurations for Air Systems	MAA	Semestral	168	TP49	6	c) Optativa Premajor: escolher 6 ECTS
Controlo Multivariável, Não Linear e Ótimo / Multivariate, Nonlinear, and Optimal Control	SDC	Semestral	168	T28;TP10,5;PL10,5	6	c) Optativa Premajor: escolher 6 ECTS
Ambiente Espacial / Space Environment	MAA	Semestral	168	TP49	6	c) Optativa Premajor: escolher 6 ECTS

(7 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Estabilidade de Voo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Estabilidade de Voo

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Flight Stability

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
MAA

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
56

4.4.1.6. ECTS:
6.0

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):

ist12909, João Manuel Gonçalves de Sousa Oliveira, 28 horas por semestre

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

ist31052, André Calado Marta, 84 horas por semestre

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

O objectivo desta cadeira é o de introduzir o aluno nos conceitos básicos de Estabilidade de Voo. Serão deduzidos Modelos de estabilidade estática e dinâmica do avião, de forma a estudar o seu comportamento em vários regimes de voo, conhecendo à priori as forças e momentos aplicados na asa, fuselagem e no estabilizador. São introduzidos conceitos de Estabilidade estática e dinâmica, assim como as equações do movimento para o corpo do avião. As equações do movimento são separadas nos seus modos laterais e longitudinais. Os efeitos das derivadas aerodinâmicas de estabilidade no comportamento das equações do movimento perturbado são estudadas.

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

The objective of this course is to develop fundamental understanding on flight stability. Airplane static and dynamic models will be developed to study its behaviour under different flight regimes, starting from known forces and moments generated on a given wing, fuselage and tail configuration. Concepts of static stability and dynamic stability are introduced in this course. General equations of motion for a rigid-body airplane are derived. Basic motions of the aircraft separated into longitudinal and lateral modes given. Effects of aerodynamic stability derivatives upon the behaviour of the perturbed equations of motions are studied.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Equações gerais do movimento para um avião rígido e movimentos estacionários. Modelos físico-matemáticos para as forças e momentos aerodinâmicos e de propulsão: derivadas de estabilidade. Estabilidade e controlo estáticos. Equilíbrio. Qualidade de controlo. Rudimentos da teoria qualitativa de sistemas dinâmicos. Equações de voo perturbado para um avião rígido. Modelos físico-matemáticos para as forças e momentos aerodinâmicos e de propulsão perturbados; derivadas de estabilidade. Estabilidade dinâmica de aviões: fugóide, período curto, espiral, rolamento e rolamento holandês. Funções de transferência e aplicações. Resposta em frequência de sistemas lineares, diagramas de Bode e Nyquist e exemplos de aplicação

4.4.5. Syllabus:

Dynamic Equations for a Rigid Aeroplane. Aerodynamic and Propulsion Forces and Moments equations: Stability derivatives. Static Control and Stability. Equilibrium Flight. Flying qualities. Dynamic Stability: Phugoid, Short period, Roll, Spiral, and Dutch Roll Period Modes. Transfer functions and applications. Frequency response methods for linear systems; Bode and Nyquist plots.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação de conhecimentos é feita segundo Testes ou Exame Final. O 1º teste realizar-se-á durante o semestre; o 2º teste coincide com o exame de 1ª época. A nota em cada um dos testes não pode ser inferior a 7.5 valores. Em ambas as modalidades (testes e exame final) o aluno que tenha nota final superior a 17 valores e a queira defender, terá de se submeter a prova oral.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Two midterm exams or final exam. Date of second midterm exam coincides with date of first final exam. Minimum grade in each midterm exam is 7.0/20. Grades above 17/20 will have an oral examination. Otherwise it will be given to the student the final grade of 17/20.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e resolução de problemas. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration and problem solving classes, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Dynamics of Flight - Stability and Control, B. Etkin L. D. Reid, 1996, John Wiley & Sons

Mapa IV - Ensaio em Voo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Ensaio em Voo

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Flight Testing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
MAA

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

4.4.1.6. ECTS:
6.0

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):
ist12711, Agostinho Rui Alves da Fonseca, 91 hours

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):
Aquisição de conhecimentos relevantes sobre os sistemas de instrumentação e as técnicas utilizadas em ensaios em voo:
- Conceito de ensaio em voo;
- Estudo de sistemas de instrumentação para ensaios em voo;
- Análise e aplicação das técnicas de realização de ensaios em voo.

Os dois primeiros objetivos são abordados na componente teórica, sendo suportados por elementos bibliográficos

atualizados.

O último objetivo será abordado pelos alunos, através da elaboração e apresentação numa aula de 1 (um) trabalho de síntese sobre uma aplicação de ensaios em voo.

Haverá 2 (dois) trabalhos experimentais, envolvendo sistemas de instrumentação, processamento e análise de dados. Os inerentes relatórios serão elaborados e entregues durante o período de aulas.

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

Acquisition of relevant knowledge on flight test instrumentation systems and flight test techniques:

- **Flight test concept;**
- **Study of flight test instrumentation systems;**
- **Analysis and application of flight test techniques.**

The first two objectives are addressed in the theoretical component, being supported by updated bibliographic elements.

The final objective will be addressed by the students, through the elaboration and presentation, in a class, of 1 (one) synthesis work on a flight test application.

There will be 2 (two) experimental works, involving instrumentation systems, processing and data analysis. The inherent reports will be prepared and delivered during the class period.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Conceito e caracterização de ensaios em voo.

2. Planeamento de ensaios em voo: objetivos; definição da lista de parâmetros a medir; requisitos impostos ao sistema de instrumentação; tipo de transmissão e análise de dados requerido; manobras requeridas em voo; recursos humanos; aspetos de segurança.

3. Análise de um sistema de instrumentação para ensaios em voo: características metrológicas; requisitos físicos; análise das condições de segurança; tipos de sistemas de instrumentação; estudo dos principais componentes de um sistema de instrumentação; estudo da norma RCC/IRIG-106; futuros desenvolvimentos. Processamento e análise automática de dados. Apresentação e análise de sistemas de instrumentação utilizados em ensaios em voo.

4. Aspetos gerais relacionados com a aplicação de ensaios em voo em diversos domínios: fatores humanos; dados ar; escoamento; desempenho; parâmetros estruturais; aeroelasticidade; sistema propulsivo; sistemas de navegação; aeronaves não-tripuladas.

4.4.5. Syllabus:

1. Flight test concept and characterisation.

2. Flight test planning: objectives; definition of the measured parameters list; airborne instrumentation system requirements; required data transmission and analysis; required flight manoeuvres; human resources; safety aspects.

3. Analysis of flight test instrumentation systems: metrological characteristics; physical requirements; safety analysis; types of instrumentation systems; study of the flight test instrumentation system main components; IRIG-106 standard study; future trends. Automatic data processing and analysis. Case study of several flight test instrumentation systems.

4. General aspects related to the application of flight tests in several domains: human factors; air data; flow; performance; structural parameters; aeroelasticity; propulsive system; navigation systems; unmanned aircraft.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da unidade curricular, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao cumprimento dos referidos objetivos. Neste sentido, são fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e os aspetos mais relevantes de um sistema de instrumentação para ensaios em voo. Adicionalmente os alunos deverão, por pesquisa autónoma, elaborar e apresentar um trabalho de síntese sobre uma aplicação de ensaios em voo, num determinado domínio.

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

In view of the learning objectives of the curricular unit, described in 6.2.1.4, any expert in the subject will be able to verify that all the points of the syllabus, described in 6.2.1.5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary to fulfill these objectives. In this sense, the theoretical bases, the essential concepts and the most relevant aspects of a flight test instrumentation system are provided. Additionally, students must, by autonomous research, prepare and present a synthesis work on an application of flight tests for a given domain.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projetos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (trabalhos experimentais e de síntese) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

Face ao exposto, as metodologias de ensino envolverão:

- aulas teóricas e laboratoriais, designadamente sobre sistemas de instrumentação para ensaios em voo, sendo a decorrente avaliação dos conhecimentos adquiridos efetuada através da realização de um exame escrito (50% da nota final) e de 2 (dois) trabalhos experimentais (25% da nota final), envolvendo o processamento e a análise de dados obtidos em ensaios em voo.
- pesquisa autónoma, elaboração e apresentação de um trabalho de síntese sobre uma aplicação de ensaios em voo (25% da nota final).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (experimental and synthesis works) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

From the exposed, teaching methodologies will involve:

- theoretical and laboratory classes, namely on flight test instrumentation systems, with the evaluation of the knowledge acquired carried out through a written exam (50% of the final grade) and 2 (two) experimental works (25% of the final grade), involving the processing and the analysis of data obtained in flight tests.
- autonomous research, elaboration and presentation of a synthesis work on a flight test application (25% of the final grade).

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

As metodologias de ensino foram concebidas de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente sobre ensaios em voo, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Neste sentido, envolvem a transferência de conceitos teóricos e práticos, nomeadamente através da realização de trabalhos experimentais, e fomentam a pesquisa autónoma, através da elaboração e apresentação de um trabalho de síntese sobre uma aplicação de ensaios em voo.

Para além de permitir cumprir os referidos objetivos, esta abordagem auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies have been conceived so that students can develop a comprehensive knowledge of flight tests, ensuring compliance with curricular unit objectives. In this sense, they involve the transfer of theoretical and practical concepts, namely through the realization of experimental works, and encourage autonomous research, through the elaboration and presentation of a synthesis work on an application of flight tests.

In addition to meeting these objectives, this approach will help level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Ensaios em Voo - Introdução, A. R. A. Fonseca, 2003, Texto compilado - ACMAA, DEM, IST.
 AGARD Flight Test Instrumentation Series, Volume 1 (Issue 2), Basic Principles of Flight Test Instrumentation Engineering: R. W. Borek and A. Pool (editors) 1994 AGARDograph 160, Volume 1 (Issue 2) - AGARD/STO, NATO.
 AGARD Flight Test Techniques Series, Volume 14 (Issue 2), Introduction to Flight Test Engineering: F. N. Stoliker (editor) 2005 AGARDograph 300, Volume 14 (Issue 2) - AGARD/STO, NATO.
 Instrumentation Engineers Handbook: Vehicular Instrumentation/Transducer Committee - Telemetry Group 2013 RCC Document 121-13 - Range Commanders Council (RCC).
 Telemetry Standards: Telemetry Group 2017 IRIG Standard 106-17 - Range Commanders Council (RCC).*

Mapa IV - Aerodinâmica I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aerodinâmica I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aerodynamics I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TTCE

4.4.1.3. Duração:***Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****49.0*****4.4.1.6. ECTS:*****6.0*****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):*****ist30274, Carlos Frederico Neves Bettencourt da Silva, 30h*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****ist14442, José Manuel Da Silva Chaves Ribeiro Pereira, 19h*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Introdução à ciência da mecânica dos fluidos a partir de primeiros princípios da física clássica, incluindo os escoamentos de camada limite bidimensional.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Introduction to fluid mechanics from first principles of classical physics, including the chapter the two-dimensional boundary layer.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****Meio contínuo. Densidade, velocidade, e energia interna. Equações termodinâmica. Teorema de Leibnitz; Cinemática do movimento num fluido: ponto de vista Lagrangeano e Euleriano, derivada material. Taxa de deformação e taxa de expansão. Função de corrente e potencial de velocidade; Equação da continuidade e da quantidade de movimento, pressão e tensor das tensões viscosas. Forma diferencial e integral das equações da continuidade, quantidade de movimento, momento angular e energia; Fluidos Newtonianos e as equações de Navier-Stokes. Equação de Bernoulli. Escoamento de Couette; Análise dimensional. Teorema dos Pis. Camadas limites e introdução à teoria dos perfis alares: escoamento de Blasius sobre uma placa plana lisa, espessura de deslocamento, Equação de Von-Kármán, método aproximado de Von-Kármán-Pohlhausen, Soluções de semelhança de Falkner-Skan, Separação de camada limite. Introdução aos escoamentos turbulentos. Camada limite turbulenta.*****4.4.5. Syllabus:*****Continuum assumption. Density, velocity, and internal energy. Equations of thermodynamics. Leibnitz theorem; Kinematics of local fluid motion: Lagrangian and Eulerian viewpoints, substantial derivative. Rate of strain and rate of expansion. Stream function and velocity potential; Continuity and momentum equations, pressure and viscous stress tensor. Differential and Integral form of the momentum, angular momentum and energy equations; Newtonian fluids and the Navier-Stokes equations. The Bernoulli equation. Plane Couette flow; Dimensional analysis. Pi Theorem and its applications. Boundary layers and introduction to airfoil theory: Blasius flow over a flat plate, displacement thickness, Von-Kármán momentum integral, Von-Kármán-Pohlhausen approximate method, Falkner-Skan similarity solutions, Boundary layer separation. Introduction to turbulence. Turbulent boundary layers.*****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*****Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalho Computacional (35%), trabalho experimental (15%), exame final (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Computational work (35%), experimental work (15%), exam (50%)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Incompressible Flow", Ronald L. Panton, 2013, 4th edition, Wiley; "Fluid Mechanics", F.M. White, 2016, McGraw-Hill

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

Termodinâmica I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Thermodynamics I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

AE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist13408, Edgar Caetano Fernandes, 56h/semestre

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 aborda os conceitos fundamentais da Termodinâmica e desenvolve as ferramentas para uma avaliação do desempenho de sistemas de conversão de energia. Esta abordagem inclui a definição/ identificação/estudo de sistemas e volumes de controlo com os seus processos termodinâmicos de transformação, envolvendo a lei de conservação de massa, as duas Leis da Termodinâmica e as propriedades das substâncias envolvidas na transformação.

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

The course covers the fundamental concepts of thermodynamics and develops the tools for performance evaluation of energy conversion systems. This approach includes the definition / identification / study of control volumes and systems with their thermodynamic transformation processes, involving the law of conservation of mass, the two Laws of Thermodynamics and the properties of the substances involved in the transformation.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos Introdutórios e Definições: sistemas abertos e fechados (sistemas e volumes de controlo). Variáveis termodinâmicas: Intensivas/Extensivas. Processo e equilíbrio termodinâmico.

Substâncias: Propriedades das substâncias puras e equações de estado. O modelo de gás ideal e real. Flúidos com mudança de fase.

Lei da Conservação de massa. A Primeira Lei da Termodinâmica. Formas de transferência de energia. A Segunda lei da Termodinâmica e corolários. A Entropia: Desigualdade de Clausius e definição de entropia. Processos reversíveis e irreversíveis. Rendimento isentrópico. Teorema de Transporte de Reynolds: A relação entre sistemas fechados e abertos.

Equação Fundamental da substância: Relações matemáticas e de Maxwell, Relação entre as propriedades termodinâmicas e as suas derivadas. Ciclos Termodinâmicos : Carnot, Rankine, Brayton, refrigeração e bomba de calor, Otto e Diesel. Breve introdução à termodinâmica estatística

4.4.5. Syllabus:

Introductory Concepts and Definitions: open and closed systems (control systems and volumes). Thermodynamic variables: Intensive / Extensive. Process and thermodynamic balance.

Substances: Properties of pure substances and equations of state. The ideal and real gas model. Phase shift fluids. Mass Conservation Law. The First Law of Thermodynamics. Forms of energy transfer. The Second Law of Thermodynamics and Corollaries. Entropy: Clausius inequality and definition of entropy. Reversible and irreversible processes. Isentropic efficiency. Reynolds Transport Theorem: The relationship between closed and open systems. Fundamental Equation of Substance: Mathematical and Maxwell Relations. Relationship between thermodynamic properties and their derivatives

Thermodynamic Cycles: Carnot, Rankine, Brayton, Refrigeration and Heat Pump, Otto and Diesel.

Brief introduction to thermostatics.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação que o permitam utilizar os conceitos fundamentais da Termodinâmica no desenvolvimento de ferramentas e metodologias para uma avaliação do desempenho de sistemas de conversão de energia e para uma intervenção activa na discussão dos problemas actuais da sociedade a nível ambiental-energético-saúde.

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

In view of the learning objectives of the UC, described in 6.2.1.4, any specialist in the subject will be able to verify that all points of the syllabus, described in 6.2.1.5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfillment and the acquisition of those objectives. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, students are asked to study the contents and solve application exercises that allow them to use the fundamental concepts of Thermodynamics in the development of tools and methodologies for performance evaluation of energy conversion systems and for an active intervention in the discussion of the current problems of society at the environmental-energy-health level.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da disciplina é suportado por aulas teóricas e praticas onde a exposição da matéria é secundada por

exemplos práticos, pretendendo assim fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. Adicionalmente, a natureza do assunto que está a ser abordado é alvo de uma contextualização e enquadramento nos estudos dos problemas sociais e dos processos industriais.

O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exame. Avaliação contínua com quatro mini-testes e um exame final (50%+50%). Nota Final superior a 17v/20v o aluno pode ir à oral (ou a nota é reduzida a 17v/20v)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching of the discipline is supported by theoretical and practical classes where the exposition of the subject is supported by practical examples, thus intending to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and accountability of the student. Additionally, the nature of the subject being addressed is subject to contextualization and framing in the studies of societal problems and industrial processes.

The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning compatible with the significant reduction in the weight of assessment per exam. Continuous assessment with four mini-tests and a final exam (50% + 50%). Final grade higher than 17v / 20v the student can go to oral (or the grade is reduced to 17v / 20v)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Fundamentals of Engineering Thermodynamics", M.J. Moran , H. N. Shapiro, D. D. Boettner and M. B. Bailey John Wiley & Sons, Inc , ---, John Wiley & Sons, Inc

Mapa IV - Desempenho

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Desempenho

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Performance

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

N/A

4.4.1.7. Observations:

N/A

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

ist13215, João Manuel Melo de Sousa, 28.0 horas

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

ist12226, António José Nobre Martins Aguiar, 84.0 horas

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

Proporcionar aos alunos o conhecimento, a compreensão e a capacidade de proceder à análise do Desempenho de aeronaves existentes (aplicação à selecção de aeronaves) ou conceptuais (aplicação ao projecto de aeronaves).

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

Provide students with the knowledge, understanding and ability to perform Performance analysis of existing (application to selection) or conceptual (application to design) aircraft.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 – *Introdução*
- 2 – *Conceitos Fundamentais*
- 3 – *Aeronaves com Motor Turbo-Reactor*
- 3A - *Voo Horizontal no Plano Vertical*
- 3B – *Outras Condições de Voo no Plano Vertical*
- 3C – *Voo Curvilíneo no Plano Horizontal*
- 4 – *Aeronaves com Motor Alternativo a Hélice*
- 4A - *Voo Horizontal no Plano Vertical*
- 4B - *Outras Condições de Voo*
- 5 – *Extensão a Outras Aeronaves e Análise do Domínio de Voo*
- 6 – *Efeitos do Vento no Desempenho da Aeronave*

4.4.5. Syllabus:

- 1 – *Introduction*
- 2 – *Fundamental Concepts*
- 3 – *Jet-engine Aircraft*
- 3A - *Level Flight in the Vertical Plane*
- 3B – *Other Flight in the Vertical Plane*
- 3C – *Turning Flight in the Horizontal Plane*
- 4 – *Piston-prop Aircraft*
- 4A - *Level Flight in the Vertical Plane*
- 4B - *Other Flight Conditions*
- 5 – *Extension to Other Aircraft and Analysis of Flight and Maneuvering Envelopes*
- 6 – *Effects of Wind on Aircraft Performance*

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos sobre desempenho de aeronaves. Adicionalmente, aplicações teórico-práticas da matéria leccionada permitem ao aluno integrar conhecimentos anteriores, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua actividade como profissional de engenharia aeroespacial, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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

The programmatic contents cover the main topics about aircraft performance. In addition, theoretical-practical applications of the taught subject allow the student to integrate previous knowledge, as well as acquiring new knowledge useful to his activity as an aerospace engineering professional, enabling him to further learn through autonomous research. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, and students are asked to study the contents and solve application exercises.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A Classificação Final é formada por três componentes independentes de avaliação:

- *Trabalhos Computacionais realizados em grupo, avaliados com base em relatório escrito (10%)*
- *Mini-testes individuais realizados em aula (40%)*
- *Exame Final escrito (50%)*

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por trabalhos computacionais, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Final Grade consists of three independent assessment components:

- *Computational work performed in group, evaluated based on a written report (10%)*
- *Individual tests in class (40%)*
- *Final written exam (50%)*

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and computational work, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning compatible with the significant reduction of assessment by exams.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objectivos da unidade curricular. A realização dos trabalhos computacionais em grupo permite o reforço da componente prática. Na realização dos trabalhos em grupo é estimulada a adopção de diferentes abordagens para a resolução dos problemas em questão, bem como a análise dos resultados obtidos, contribuindo deste modo para o desenvolvimento de um Pensamento Crítico e Inovador. Adicionalmente, o trabalho em equipa contribui para o desenvolvimento das Competências Interpessoais.

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

Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The accomplishment of computational team work reinforces the practical component. The adoption of different approaches to solve the underlying problems is encouraged in group work, as well as the analysis of the results obtained, thus contributing to the development of Critical and Innovative Thinking. In addition, teamwork contributes to the development of Interpersonal Skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Elements of Airplane Performance: G.J.J. Guiggrok, 2009, Delft Academic Press; Aircraft Performance and Design: J.D. Anderson Jr, 1999, McGraw-Hill International Edition; Introduction to Aircraft Performance, Selection and Design: F.J. Hale, 1984.

Mapa IV - Relatividade

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Relatividade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Relativity

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FBas

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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):

ist13673, José Pizarro de Sande e Lemos, 24,5 horas

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):

Esta cadeira sobre a teoria da relatividade restrita estabelece os conceitos importantes e desenvolve as equações necessárias para a compreensão da teoria. Efeitos cinemáticos físicos como a contração do espaço, dilatação do tempo e o paradoxo dos gémeos serão explicados. Diagramas de espaço-tempo serão usados. Processos dinâmicos relativistas serão também introduzidos e a fórmula $E=mc^2$ será deduzida.

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

This course on the special theory of relativity establishes the important concepts and develops the equations necessary for the understanding of the theory. Physical kinematic effects like space contraction, time dilation and the twin paradox will be explained. Spacetime diagrams will be used. Relativistic dynamical processes will also be introduced and the formula $E=mc^2$ deduced.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Relatividade Galileana. Princípio da relatividade restrita de Einstein. O conceito de espaço-tempo e diagramas de Minkowski. Efeitos cinemáticos na teoria da relatividade restrita. Lei da adição das velocidades. O paradoxo dos gémeos e outros paradoxos. Dinâmica em relatividade restrita. Energia relativista e momento relativista. Quadri-vetores e propriedades de transformação. Colisões relativistas. O princípio de equivalência e relatividade geral.

4.4.5. Syllabus:

Galilean relativity. Einstein's principle of special relativity. The spacetime concept and Minkowski diagrams. Physical kinematic effects in special relativity. Law of the addition of velocities. The twin paradox and other paradoxes. Dynamics in special relativity. Relativistic energy and relativistic momentum. Four-vectors and properties of transformation. Relativistic collisions. The equivalence principle and general relativity.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*50%: exame final**30%: avaliação contínua através de projecto de grupo e apresentação de resolução na aula.**20% avaliação contínua, através de resolução de série de exercícios nas aulas.**Cerca de 30% da avaliação contínua tem uma componente de programação e computação.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*50%: final exam**30%: continuous assessment via group project resolution and presentation in class.**20% continuous assessment via resolution of series of exercise in class.*

An estimated 30% of the continuous assessment will be based on a computing component. Curricular unit grading.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Introduction to Special Relativity, R. Resnick, 1968, Wiley, New York ; Special Relativity, A. P. French, 1968, Norton, New York; Relativity: The Special and the General Theory, A. Einstein, 1920, or any other edition, Holt and Company, New York; Spacetime Physics , E. F. Taylor, J. A. Wheeler, 1966, second edition 1992, W. H. Freeman, New York

Mapa IV - Introdução à Aeronáutica e Espaço

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Introdução à Aeronáutica e Espaço

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Introduction to Aeronautics and Space

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
MAA

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
28.0

4.4.1.6. ECTS:
3.0

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):
ist13198, Fernando José Parracho Lau, 14 horas

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist13215, João Manuel Melo de Sousa, 14 horas

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Dar uma panorâmica geral da Engenharia Aeroespacial sob os pontos de vista tecnológico, operacional e histórico, bem como dos diversos tipos de veículos aeroespaciais e sua evolução. Desenvolver competências de expressão oral e escrita que facilitem a preparação de propostas de projectos, de relatórios técnicos e de apresentações orais.

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

To provide an overview of Aerospace Engineering from a technological, operational and historic perspectives and of the different types of aerospace vehicles and their evolution. To emphasize the ability to use language skills for technical purposes such as preparation of reports, project proposals and oral presentations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa da disciplina centra-se no desenvolvimento de competências de expressão oral e escrita que facilitem a comunicação de conclusões e os raciocínios a elas subjacentes, quer a especialistas, quer a não especialistas, de uma forma clara e sem ambiguidades, sobre temas específicos da Aeronáutica e Espaço:

- As tecnologias contribuintes: aerodinâmica, propulsão e acústica, materiais e estruturas, controlo e estabilidade, sistemas electrónicos, sistemas eléctricos e mecânicos.

- O ciclo de desenvolvimento: requisitos civis, cenários militares, especificações e design, teste e certificação, segurança, produção e modificação.

- Tipos de veículos aeroespaciais: aeroplanos civis ou militares, veículos de asa rotativa, jactos de descolagem ou aterragem vertical, aeronaves robotizadas, mísseis, lançadores de satélites, veículos espaciais; evolução histórica e perspectivas futuras.

4.4.5. Syllabus:

The course is designed to provide training in report writing and presentation skills so that students can easily communicate their ideas, results and conclusions to others, in the area of Aeronautics:

- The contributing technologies: Aerodynamics, Propulsion and Acoustics, Materials and structures, control and stability, avionics, electrical and Mechanical Systems.

- The development cycle: Civil requirements, military scenarios, specifications and design, testing and certification, safety, production and modification.

- Types of aerospace vehicles: civil and military airplanes, rotary wing, vertical take-off and landing jets, robotic aircraft, missiles, satellite launchers and spacecraft. Examples of aerospace vehicles; historical evolution; future prospects.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos

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

Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração, trabalhos em grupo e apresentações. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes, team work and presentations, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Flight, 5ª ed, J. D. Anderson, 2004, McGraw-Hill; Understanding Flight, J. D. Anderson & S. Eberhardt, 2000, McGraw-Hill

Mapa IV - Mecânica dos Materiais e Sólidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica dos Materiais e Sólidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Materials and Solid Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist12094, Helder Carriço Rodrigues, 42 horas

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

ist24806, Pedro Areias, 84 horas

ist12855, Luís Alberto Gonçalves de Sousa, 7 horas

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

Conceito de tensão e deformação. Compreender os mecanismos de deformação de componentes estruturais sujeitos a esforços axiais, de flexão e de torção. Conceito de instabilidade vigas. Adquirir capacidade de dimensionar treliças, vigas e veios de transmissão.

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

Concept of stress and strain. Understand the deformations mechanisms of structural components under axial, torsion and bending loading only, or combined loading. Acquire the ability to design truss structures, beam and shaft elements.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Conceito de tensão. Tensões normais e de corte. Tensão admissível e fator de segurança. Conceito de deformação. Deformações normais e de corte. Diagrama tensão-deformação. Comportamento elástico. Lei de Hooke. Esforço axial. Deformação elástica de barra carregada axialmente. Barras estaticamente indeterminadas. Método da sobreposição. Problemas envolvendo variações de temperatura. Torção. Deformação de torção de veios de secção circular em regime elástico. Tensão de torção. Ângulo de torção. Veios estaticamente indeterminados. Flexão. Diagramas de esforço transversal e momento fletor. Deformação de flexão de viga reta com plano de simetria em regime elástico. Tensão

normal de flexão. Flexão não simétrica. Tensão de corte devido a esforço transverso. Tensão de corte em perfis de parede fina. Centro de corte. Cargas combinadas. Deformada de vigas. Curva elástica. Cálculo da deformada de vigas. Vigas estaticamente indeterminadas. Instabilidade de vigas.

4.4.5. Syllabus:

Concept of stress and strain. Normal and shear stresses. Allowable stress and factor of safety. Concept of deformation . Normal and shear strains. Stress-Strain diagram. Elastic behaviour. Hooke's law. Axial loading. Elastic deformations under axial loading. Statically indeterminate bars. Superposition Method. Problems involving temperature changes. Torsion. Torsion deformations of circular section shafts in the elastic range. Stresses under torsion. Angle of torsion. Statically indeterminate shafts. Bending. Transvers loading and bending moment diagrams . Bending deformations of straight beams with symmetric section in the elastic range. Bending normal stress. Unsymmetric bending. Shear stress from transverse loading. Shear stress in thin-walled beams. Shear center. Combined loading. Stresses under combined loads. Deformation of beams. Elastic curve. Statically indeterminate beams. Linearized buckling of beams.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Os conteúdos programáticos decorrem diretamente dos objetivos propostos.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: *The teaching programme responds directly to the UC learning objectives.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, mini-testes) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *As metodologias garantem a concretização dos objetivos propostos.*

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes: *The teaching methodologies warrant the fulfilment of course objectives*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Mechanics of Materials", R.C. Hibbeler, 2018, 10th edition in SI Units, Pearson; "Introduction to Linear Elasticity", Phillip L. Gould, Yuan Feng, 2018, 4nd Edition, Springer

Mapa IV - Emissões Aeronáuticas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular: *Emissões Aeronáuticas*

4.4.1.1. Title of curricular unit: *Aircraft Emissions*

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere: *MAA*

4.4.1.3. Duração: *Semestral*

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

Unidade curricular de opção.

4.4.1.7. Observations:

Optional curricular unit.

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

ist13215, João Manuel Melo de Sousa, 49.0 horas

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):

Conhecimento das principais fontes de emissão poluentes e acústicas com origem aeronáutica e mecanismos associados. Conhecimento das regras de certificação de emissões e ruído para aeronaves de transporte comercial. Fazer uso dos conhecimentos adquiridos para definir estratégias de operação e projecto de aeronaves "verdes".

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

Knowledge of the principal sources of pollutant and acoustic emissions from aircraft and associated mechanisms. Knowledge of acoustic emissions and noise certification rules for commercial transport aircraft. Make use of the acquired knowledge to define strategies for operation and design of "green" aircraft.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte A: Estudo de Emissões Poluentes

A1 - Conceitos Introdutórios.

A2 - Principais Efeitos Ambientais da Poluição Atmosférica.

A3 - Sistemas de Propulsão de Aeronaves.

A4 - Emissões Poluentes de Motores de Aeronaves.

A5 - Operação e Projecto de Aeronaves para Baixas Emissões.

Parte B: Estudo de Emissões Acústicas

B1 - Conceitos Introdutórios.

B2 - Propagação do Som na Atmosfera.

B3 - Medição do Ruído.

B4 - Fontes de Ruído em Aeronaves.

4.4.5. Syllabus:

Part A: Study of Pollutant Emissions

A1 - Introduction.

A2 - Major Environmental Effects of Atmospheric Pollution.

A3 - Aircraft Propulsion Systems.

A4 - Pollutant Emissions of Aero-engines.

A5 - Operation and Design of Aircraft for Low Emissions.

Part B: Study of Acoustic Emissions

B1 - Introduction.

B2 - Propagation of Sound in the Atmosphere.

B3 - Noise Measurement.

B4 - Airplane Noise Sources.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos acerca das emissões poluentes e de ruído por aeronaves.

Adicionalmente, aplicações teórico-práticas da matéria leccionada permitem ao aluno integrar conhecimentos anteriores, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua actividade como profissional de engenharia aeroespacial, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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

The programmatic contents cover the main topics about pollutant and noise emissions by aircraft. In addition, theoretical-practical applications of the taught subject allow the student to integrate previous knowledge, as well as acquiring new knowledge useful to his activity as an aerospace engineering professional, enabling him to further learn through autonomous research. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, and students are asked to study the contents and solve application exercises.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A Classificação Final é formada por duas componentes independentes de avaliação:

- Mini-testes individuais realizados em aula (40%)

- Projecto realizado em grupo, avaliado com base em relatório escrito e apresentação oral (60%)

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa compatível com a drástica redução do peso de avaliação por exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Final Grade consists of two independent assessment components:

- Individual tests in class (40%)

- Project work performed in group, evaluated based on a written report and an oral presentation (60%)

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning compatible with the drastic reduction of assessment by exams.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objectivos da unidade curricular. A realização de projectos permite o confronto com problemas reais. Na realização dos projectos é estimulada a adopção de diferentes abordagens para a resolução dos problemas em questão, bem como a análise dos resultados potenciais nas vertentes de projecto, operacional e económica, contribuindo deste modo para o desenvolvimento de um Pensamento Crítico e Inovador. Adicionalmente, o trabalho em equipa e a apresentação oral destes projectos contribuem para o desenvolvimento das Competências Interpessoais.

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

Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The accomplishment of projects allows confrontation with real problems. The adoption of different approaches to solve the underlying problems is encouraged in project work, as well as the analysis of the potential results on design, operational and economic aspects, thus contributing to the development of Critical and Innovative Thinking. In addition, teamwork and oral presentation of the projects contributes to the development of Interpersonal Skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Elements of Aircraft Pollution, G.J.J. Guijgrok, D.M. van Paassen, 2012, Delft Academic Press; Elements of Aviation Acoustics, G.J.J. Guijgrok, 2009, VSSD, Delft Academic Press

Mapa IV - Gestão

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EGO

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
24.5

4.4.1.6. ECTS:
3.0

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 Agostinho de Oliveira Soares - ist 12631 (14h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Carlos M. F. Monteiro - ist 12228 (10,5h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O objetivo da unidade curricular é introduzir os alunos a um conjunto de conceitos e ferramentas que lhes irá permitir compreender a natureza sistémica e integrada do funcionamento das organizações, e avaliar a multidisciplinaridade e recursos necessários ao seu funcionamento. Pretende-se que os alunos fiquem habilitados com as competências necessárias para poderem contribuir ativa e positivamente para o crescimento sustentável das organizações, com particular foco nos seguintes aspetos: Cultura, ética e estrutura organizacional; Contabilidade e Análise Financeira; Análise de Investimentos; Planeamento e Gestão Estratégica; Fundamentos de Marketing. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é válida tanto para empresas em atividade, como para projetos de empreendedorismo – por exemplo, startups resultantes da Inovação & Desenvolvimento Tecnológico. A UC de Gestão integra a simulação de gestão IST Management Challenge (ISTMC).

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The main objective of the Management course unit is to introduce students to a set of concepts and tools that will enable them to understand the nature of the systemic and integrated functioning of organizations, and evaluate the multidisciplinary methods and resources necessary for their operation. It is intended that students become empowered with the skills that enable them to contribute active and positively to the sustainable growth of organizations, with a particular focus on the following aspects: Culture, ethics, and organizational structure; Accounting and Financial Analysis; Investment Appraisal; Planning and Strategic Management; Marketing Fundamentals. The application of the knowledge acquired is valid for both firms in activity, and entrepreneurial projects, like start-ups resulting from Innovation & Technology Development. The course integrates the simulation management game IST Management Challenge (ISTMC).

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1. Introdução. Cultura, ética e estrutura das organizações.
2. A Informação Financeira.
3. Análise de Projetos de Investimento.
4. Gestão Estratégica.
5. Marketing.

4.4.5. Syllabus:
1. Introduction to Management. Culture, ethics, and organizational structure.
2. Financial Analysis.
3. Investment Project Appraisal.

- 4. Strategic management.
- 5. Marketing.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências fundamentais de Gestão e, através da sua aplicação a situações práticas, permitem que se atinjam os objetivos de aprendizagem definidos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus aims to provide students with the fundamental knowledge and skills of Management and, through its application to practical situations, allows the achievement of the defined learning objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A nota final da UC de Gestão resulta da soma de duas componentes:

a) Avaliação Individual

1. Teste cotado para 10 valores, com nota mínima de 4.5 valores, contando a melhor nota das duas épocas (50% da nota final).

2. Elaboração e entrega em aula de 4 exercícios. Cada exercício é cotado para 2 valores, num total de 8 valores (40% da nota final). Os exercícios serão realizados em papel ou no telemóvel, com o apoio de software adequado.

b) Avaliação em grupo

Jogo de Gestão-ISTManagementChallenge(ISTMC) - 2 valores pelo desempenho e a participação válida da respetiva equipa (3-5 estudantes) no ISTMC (10% da nota final).

Época Especial e Estudantes Trabalhadores ou desportistas de Alta Competição: os alunos fazem apenas a componente de avaliação individual, sendo o teste final/exame cotado para 20 valores (100% da nota final).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Final Grade for the Management course is the sum of two components:

a) Individual assessment:

1. Multiple choice final test (score max.: 10 points, 50% of the final grade; minimum required: 4.5 points). Students can do the test in two different dates; the best score of both tests prevails.

2. Four Exercises/quizzes to be done in class (max score of each exercise: 2 points; max score in this part: 8 points, 40% of the final grade)

b) Group work :

Management game – IST Management Challenge (ISTMC)

2 points according to the the performance and valid participation of the group in the ISTMC (teams with 3-5 students) - 10% of the final grade.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As metodologias de ensino foram concebidas de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A participação no Jogo de Gestão-IST Management Challenge(ISTMC) permite o desenvolvimento de competências transversais em Competências Interpessoais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Teaching methodologies were designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Participation in the Management Game-IST Management Challenge (ISTMC) allows the development of transversal skills in Interpersonal Skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Daft, Richard L. and Benson, A. (2016), Management, 1st edition, Cengage Learning EMEA.

Kotler, P. and Keller, K. (2016), Marketing Management, 15th Global Edition, Pearson-Prentice Hall.

Manual do Global Management Challenge.

Soares, João O. (2015), "Apontamentos de Contabilidade", Folhas da unidade curricular de Gestão, DEG-IST, Universidade de Lisboa.

Soares, João O. (2015), "Análise de Projetos de Investimento: conceitos fundamentais" – Folhas da unidade curricular de Gestão, DEG-IST, U. Lisboa.

Mapa IV - Mecânica Orbital

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica Orbital

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Orbital Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist12912, Paulo Jorge Soares Gil, 49 horas de contacto

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):

Esta disciplina tem como propósito ser uma introdução à astronáutica, com ênfase em todos os aspectos básicos do voo espacial e os problemas associados com a análise, predição e controlo da dinâmica de veículos espaciais. Após completar esta disciplina com sucesso, deverá ser possível identificar, formular e resolver problemas básicos de engenharia associados com o voo espacial.

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

This course is an introduction to astronautics, with emphasis in all basic aspects related with spaceflight, and associated problems related to the analysis, prediction, and control of the dynamics of space vehicles. After this course the student will be able to identify, formulate, and solve basic spaceflight engineering problems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução e Notas Históricas; O Teatro de Operações Celeste; Revisão da Dinâmica de Partículas; Órbitas Keplerianas; Determinação da Órbita no Espaço e no Tempo; Problema de Lambert; Manobras Orbitais; Introdução às Perturbações Orbitais; Operações em Órbita; Movimento relativo; Observações do Corpo Central; O Problema Restrito dos Três Corpos; Trajectórias Interplanetárias; O Meio Ambiente Espacial; Dinâmica Elementar de Foguetes; Elementos de Análise e Design de Sondas Espaciais. Revisão da Dinâmica de Rotação de Corpos Rígidos: O Giroscópio; Centro de Gravidade; Movimento de Libração; Manobra de Despin; Giróstatos Rígidos Axissimétricos; Controlo de Atitude.

4.4.5. Syllabus:

Introduction and Historical Notes; The Celestial Theatre of Operations; Review of Particle Dynamics; Keplerian Orbits; Orbit Determination in Space and Time; Lambert's Problem; Orbital Maneuvers; Introduction to Orbit Perturbations; Spacecraft Operations; Relative Motion; Observing the Central Body; The Restricted Three-Body Problem; Interplanetary Trajectories; The Space Environment; Elementary Rocket Dynamics; Elements of Spacecraft Analysis and Design. Rigid Body Dynamics Revisited: The Gyroscope; Center of Gravity; Libration; Despin; Axisymmetric Rigid Gyrostats; Attitude Control.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Taking into account the learning objectives of the UC, described in 4, any specialist in the subject will be able to see that all the points of the syllabus, described in 5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfillment and the acquisition of those objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Mini-testes (50%) e Exame final (50%).

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Mini-tests (50%) and Final Exam (50%)

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e exemplos práticos. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and practical examples. This approach will not only fulfill the objectives, but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Elementos de Mecânica Orbital, P. J. S. Gil, 2015, IST

Spaceflight Dynamics, 3rd ed.: W. E. Wiesel, 1997. McGraw-Hill.

Orbital Mechanics for Engineering Students, 3rd ed.: H. D. Curtis, 2014.

Introduction to Space Dynamics: W. T. Thomson, 1986. Dover.

Fundamentals of Astrodynamics: D. D. Mueller, R. R. Bate, J. E. White, 1971. Dover.

Spacecraft Mission Design, 2nd ed.: C. D. Brown, 1998. AIAA.

Introductory Attitude Dynamics: F. P. J. Rimrott, 1989. Springer.

Mapa IV - Novas Configurações de Veículos Aeroespaciais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Novas Configurações de Veículos Aeroespaciais

4.4.1.1. Title of curricular unit:
New Configurations for Air Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

4.4.1.6. ECTS:
6.0

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):
Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha (ist14018), 49h

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 o aluno seja capaz de compreender a aerodinâmica e estabilidade de configurações de aeronaves que não sejam a configuração usual de uma aeronave simétrica com uma fuselagem cilíndrica, asa fixa, e estabilizador traseiro com superfícies horizontais e verticais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Comprehension of the aerodynamics and stability of non-conventional configurations (other than an symmetric aircraft with a fixed wing and vertical and horizontal stabilizer positioned at the rear of the aircraft).

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Estudo preliminar da configuração básica. Estudo de maneiras não convencionais de gerar sustentação, asa rotativa e asa com batimento. Aerodinâmica não estacionária. Sustentação hidrostática. Estudo de configurações não usuais: Sem simetria, com várias fuselagens, com e sem superfícies estabilizadoras traseiras.

4.4.5. Syllabus:
Study of the conventional aircraft shape. Study of non-conventional ways of generating lift with a rotating and flapping wing. Study of non-stationary and aerostatic aerodynamics. Study of non-conventional shapes: without symmetry several fuselages with and without rear stabilizer surfaces.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos,

reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames ($\leq 50\%$).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ($\leq 50\%$).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Aerodynamics of Low Reynolds Number Flyers, W. SHYY, Y. LIAN, J. DRAGOS VIIERU, H. LIU, 2009, Cambridge University Press

Principles of Helicopter Aerodynamics, J. Gordon Leishman, 2006, Cambridge Aerospace Series

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:

QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0 (28.0 T, 14 TP, 14 PL)

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist12919, Hermínio Albino Pires Diogo, 84.0 horas/semestre (28.0 T, 28.0 TP, 28.0 PL)

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

ist12456, Maria Clara Henriques Baptista Gonçalves, 84.0 horas/semestre (28.0 TP, 56.0 PL)

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

Esta UC destina-se a diferentes cursos de engenharia que exigem conhecimentos de base de Química.

No final, os alunos terão adquirido e desenvolvido a capacidade de compreensão da estrutura, propriedades e transformação dos materiais em geral. Essa capacidade assenta no conhecimento de como e porquê os átomos se combinam, formando moléculas ou materiais, e de como é possível estimar as respectivas propriedades a partir da sua composição e estrutura (relações estrutura-propriedade).

Este objetivo é atingido através da inclusão de temas novos e atuais, mas também de “Case-studies” dos tópicos focados, que motivam os alunos para a importância dos mesmos em diversas áreas da Engenharia, nomeadamente nas áreas referentes ao curso em causa.

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

This CU is intended for different Engineering courses that require a basic knowledge of Chemistry.

At the end, the students will have developed the ability to understand the structure, properties and transformation of materials, based on the knowledge of how and why atoms combine to form molecules and materials, and how to estimate their properties from their composition and structure (structure-properties relationships).

This objective is achieved through the inclusion of new and current topics, as well as Case-studies on specific subjects that motivate students to their importance in various areas of Engineering, namely in those related to their respective undergraduate course.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução ao Modelo quântico do átomo.

Propriedades periódicas dos elementos.

Ligação Química em Moléculas Diatómicas – Teoria das Orbitais Moleculares (TOM).

Ligação Química em Moléculas poliatômicas – Teoria do Enlace de Valência (TEV).

Forças Intermoleculares e propriedades de compostos covalentes.

Polímeros: Estrutura e morfologia. Reações de polimerização.

Metais: Estruturas. Ligação metálica segundo a TOM: Teoria das bandas e Energia de Coesão. Ligas metálicas.

Sais Iónicos – Estruturas. Energia Reticular.

Cristais Covalentes - Ligação segundo a TOM: Teoria das bandas.

Introdução às propriedades elétricas: Condutores, Semicondutores e Isoladores.

Fundamentos de Cinética e Termodinâmica Química.

Reações Ácido-Base e de Dissolução.

Reações de Oxidação-Redução. Eletroquímica.

Corrosão e métodos de proteção contra a corrosão.

Aplicações ao curso de engenharia em causa.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to the quantum model of the atom.

Periodic properties of elements.

Chemical Bonding in Diatomic Molecules - Molecular Orbital Theory.

Chemical Bonding in Polyatomic Molecules - Valence Bond Theory.

Intermolecular Forces and Properties of Covalent Compounds.

Polymers: Structure and morphology. Polymerization reactions.

Metals: Structures. Molecular Orbital Theory applied to metal bonds: Band theory and Cohesion Energy. Metal Alloys.

Ionic Salts - Structures. Lattice Energy.

Covalent Crystals - Molecular Orbital Theory: Band Theory.

Introduction to electrical properties: Conductors, Semiconductors and Insulators.

Fundamentals of Kinetics and Chemical Thermodynamics.

Acid-Base and Dissolution-Precipitation Reactions.

Oxidation-Reduction Reactions. Electrochemistry.

Corrosion and corrosion protection methods.

Applications to this specific engineering course.

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

Os conteúdos programáticos, descritos em 5, abrangem os principais tópicos de uma cadeira de Química Geral. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação prática e laboratorial, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos, a resolução de exercícios de aplicação e racionalização/interpretação dos resultados laboratoriais.

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, é possível constatar que todos os pontos dos

conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias para a aquisição dos referidos objetivos.

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

The syllabus, described in 5, cover the main topics of a General Chemistry course. Theoretical background, essential concepts and examples of practical and laboratory applications are provided, the students being asked to study the contents, solve application exercises and rationalize/interpret laboratory results.

In view of the learning objectives of the CU, described in 4, it is possible to see that all points of the syllabus aim to provide students with the knowledge and skills necessary for the acquisition of these objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e na realização de trabalhos laboratoriais de ilustração dos conteúdos programáticos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, trabalhos de casa, fichas práticas e laboratoriais, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to foster learning based on problem solving and on carrying out laboratory work to illustrate the syllabus, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (e.g. homework, practical and laboratory worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams (50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas teórico-práticas e trabalhos experimentais em laboratório. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of theoretical-practical classes and experimental work in the laboratory. This approach will not only fulfill the objectives but will also help to level the knowledge of students with different origins and backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Chemistry, Raymond Chang and Jason Overby, 2019, 13th Edition, McGraw-Hill;*
- *General Chemistry for Engineers, Jeffrey S. Gaffney and Nancy A. Marley, 2018, Elsevier;*
- *Apontamentos das Aulas Teóricas de Química, Corpo docente, 2019, AEIST*

Mapa IV - Controlo de Voo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Controlo de Voo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Flight Control

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CAII

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:**6.0****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):****ist12745, José Raul Carreira Azinheira, 28****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist13959, Alexandra Bento Moutinho, 63h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Apresentar aos alunos a problemática e as soluções para os vários níveis de controlo de voo utilizados no domínio da aeronáutica. Permitir aos alunos analisar e fazer a avaliação quantitativa do modelo dinâmico de uma aeronave; avaliar e projectar soluções alternativas de controlo para o aumento de estabilidade, controlo de atitude e controlo de trajectória.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Introduce problem and usual solutions for the different levels of flight control in atmospheric flight. Analyze and make a quantitative assessment of the dynamic model of an aircraft. Design and evaluate alternative solutions for stability augmentation system, for attitude control and guidance systems.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****Controlo de Voo: definições e objetivos. Elementos terminais de controlo. Equações e análise dos movimentos. Qualidades de voo. Controlo automático: controlo por realimentação, métodos clássicos, controlo moderno, controlo digital. Pilotos automáticos: aumento de estabilidade, controlo de atitude, controlo de trajectória, aterragem automática. Elementos complementares: sensores e actuadores, perturbações atmosféricas, aeroelasticidade, controlo robusto, adaptativo ou não linear.*****4.4.5. Syllabus:*****Flight control: definitions and objectives. Conventional Control inputs. Equations and motion analysis. Flying qualities. Automatic Control: feedback control, classical methods, modern control, digital control. Automatic Pilots: stability augmentation, attitude control, path control, automatic landing. Complementary elements: sensors and actuators, atmospheric perturbations, aero-elasticity, robust, adaptive and nonlinear control.*****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*****Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*****4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:*****Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points aim to give the students the competences, the required knowledge and skills to reach the mentioned learning outcomes.*****4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*****Testes (dois): 2 x 30% ou Exame final: 60% + Projecto: 40% , ou******Testes (dois): 2 x 25% ou Exame Final: 50% + MOOC 10% + Projecto: 40%, MOOC: “simulação e controlo de drones”.*****4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):*****Tests (two): 2x 30% or Final Exam: 60% + Project: 40%******Or******Tests (two): 2x 25% or Final Exam: 50% + MOOC 10% + Project: 40%******MOOC: “simulation and control of drones”***

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos práticos (projectos) permite o confronto com problemas reais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodologies were conceived so that the students reach a broad knowledge, allowing to fulfill the intended learning outcomes. The assessment using practical work and projects allows the students to get familiarized with real case problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Controlo de Voo, José Azinheira, 2003, AEIST; Flight Stability and Automatic Control, 2nd Edition, Robert Nelson, 1998, McGraw-Hill; Aircraft Control and Simulation, 2nd Edition, Brian Stevens & Frank Lewis, 2003, Wiley-Interscience; Automatic Flight Control Systems, Donald McLean, 1990, Prentice Hall

Mapa IV - Mecânica Aplicada I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Mecânica Aplicada I

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Applied Mechanics I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
MAA

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
56.0

4.4.1.6. ECTS:
6.0

4.4.1.7. Observações:
N/A

4.4.1.7. Observations:
N/A

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist13198, Fernando José Parracho Lau, 28.0 horas

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist146125, Filipa Andreia De Matos Moleiro, 63.0 horas
ist12900, Pedro Da Graça Tavares Álvares Serrão, 21.0 horas

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Proporcionar aos alunos uma boa formação no domínio da Estática dos Corpos Rígidos, Geometria de Massas e Cinemática de Corpos Rígidos.

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

Provide the students with a solid background in the field of Statics of Rigid Bodies, Geometry of Masses and Kinematics of Rigid Bodies.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: Conceitos de Massa e Força; Acção e Reacção; Forças Externas.

Estática dos Corpos Rígidos: Momento de uma Força em relação a um Ponto e a um Eixo; Momento de um Binário; Sistemas Equivalentes de Forças; Equilíbrio de um Corpo Rígido a Duas e Três Dimensões; Cargas Distribuídas em Vigas.

Treliças: Treliças Simples e Espaciais; Métodos dos Nós e das Secções; Nós sujeitos a Condições Especiais de Carregamento.

Estruturas e Máquinas: Estruturas que deixam de ser rígidas quando separadas dos seus apoios; Atrito. Princípio dos Trabalhos Virtuais: Máquinas Reais; Trabalho de uma Força; Energia Potencial e Equilíbrio; Estabilidade.

Geometria de Massas: Centro de Massa; Momentos de Área e de Inércia; Tensor de Inércia.

Cinemática dos Corpos Rígidos: Rotação; Movimento Plano; Centro Instantâneo de Rotação; Aceleração Absoluta e Relativa; Movimento Geral; Movimento de uma Partícula em Três Dimensões relativamente a um Sistema de Eixos em Rotação.

4.4.5. Syllabus:

Introduction: Concepts of Mass and Force; Action and Reaction; External Forces.

Statics of Rigid Bodies : Moment of a Force about a Point and about a given Axis; Moment of a Couple; Equivalent Systems of Forces; Equilibrium of a Rigid Body in Two and Three Dimensions; Distributed Loads on Beams.

Trusses: Simple and Space Trusses; Method of Joints and Method of Sections; Joints under Special Loading Conditions.

Structures and Machines: Structures which cease to be rigid when detached from their supports; Friction. Principle of Virtual Work: Real Machines; Work of a Force; Potential Energy and Equilibrium; Stability.

Geometry of Masses: Center of Mass; Moments of Area and Inertia; Inertia Tensor.

Kinematics of Rigid Bodies: Rotation; Plano Motion; Instantaneous Center of Rotation; Absolute and Relative Acceleration; General motion; Motion of a Particle in Three Dimensions relative to a Rotating Frame.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos nos domínios da estática e cinemática de corpos rígidos, complementados com noções de geometria de massas. Adicionalmente, aplicações teórico-práticas da matéria leccionada permitem ao aluno integrar conhecimentos anteriores, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua actividade como profissional em engenharia, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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

The programmatic contents cover the main topics in the fields of rigid body statics and kinematics, complemented with notions of geometry of masses. In addition, theoretical-practical applications of the taught subject allow the student to integrate previous knowledge, as well as acquiring new knowledge useful to his activity as an engineering professional, enabling him to further learn through autonomous research. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, and students are asked to study the contents and solve application exercises.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A Classificação Final é formada por três componentes independentes de avaliação:

- Ensaios laboratoriais realizados em grupo, avaliados com base em relatório escrito (15%)

- Mini-testes individuais realizados em aula (35%)

- Exame Final escrito (50%)

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e trabalho laboratorial, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Final Grade consists of three independent assessment components:

- Laboratory work performed in group, evaluated based on a written report (15%)

- Individual tests in class (35%)

- Final written exam (50%)

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and laboratorial work, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning compatible with the significant reduction of assessment by exams.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalho laboratorial permite reforçar a componente prática. Na realização dos trabalhos de índole experimental é estimulada a adoção de diferentes abordagens para a resolução dos problemas em questão, bem como a análise dos resultados obtidos, contribuindo deste modo para o desenvolvimento de um Pensamento Crítico e Inovador. Adicionalmente, o trabalho em equipa na realização destes trabalhos contribui para o desenvolvimento das Competências Interpessoais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The accomplishment of laboratorial work allows reinforcing the practical component. The adoption of different approaches to solve the underlying problems is encouraged in laboratory work, as well as the analysis of the results obtained, thus contributing to the development of Critical and Innovative Thinking. In addition, teamwork in laboratory tests contributes to the development of Interpersonal Skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Vector Mechanics for Engineers: Statics and Dynamics, F.P. Beer, E.R. Johnston Jr., D. Mazurek, P.J. Cornwell, B. Self, 2019, McGraw-Hill Education; Engineering Mechanics: Statics; J.L. Meriam, L.G. Kraige, J.N. Bolton; 2018, Wiley.

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral III

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral III

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus III

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

2 Turnos (TP).

4.4.1.7. Observations:

2 Sections (TP).

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

ist12881, Luís Manuel Gonçalves Barreira, 0h

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

ist14675, Cláudia Valls, 112h.

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

Domínio de:

- *Resolução de equações diferenciais ordinárias elementares; resolução de equações e sistemas de equações diferenciais lineares.*
- *Propriedades de existência, unicidade e dependência contínua de soluções de equações diferenciais ordinárias.*
- *Teoremas de Gauss e de Stokes, propriedades gerais de divergência e rotacional de campos vectoriais, e aplicações.*
- *Resolução de equações diferenciais parciais de 1ª e 2ª ordem lineares elementares.*
- *Propriedades gerais e convergência de séries de Fourier, transformação de Fourier e aplicações.*

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

Master of:

- *Resolution of elementary ordinary differential equations; resolution of linear differential equations and systems of linear differential equations.*
- *Existence, uniqueness and continuous dependence of solutions of ordinary differential equations.*
- *Gauss and Stokes theorems, general properties of the divergence and curl of vector fields, and applications.*
- *Resolution of elementary linear partial differential equations of 1st and 2nd order.*
- *General properties and convergence of Fourier series, Fourier transform and applications.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs): exemplos de EDOs de primeira ordem resolúveis, fatores de integração; existência, unicidade e dependência contínua de soluções de sistemas de EDOs de primeira ordem; fórmula de variação das constantes; EDOs de ordem > 1; transformação de Laplace e aplicações a EDOs.

Teoremas de Gauss e de Stokes e introdução a Equações Diferenciais Parciais (EDPs): superfícies em R^3 ; integrais de superfície de campos escalares e de campos vectoriais; Teoremas de Gauss e de Stokes; divergência e rotacional de campos vectoriais; obtenção das equações diferenciais de continuidade, onda, calor, Laplace e Poisson.

EDPs e séries de Fourier: EDPs lineares de 1ª ordem; equações de onda, calor, Laplace e Poisson; séries de Fourier trigonométricas; soluções das equações de onda, calor, Laplace e Poisson, via separação de variáveis e séries de Fourier; transformação de Fourier e aplicações.

4.4.5. Syllabus:

Ordinary Differential Equations (ODEs): examples of solvable 1st order ODEs, integration factors; existence, uniqueness and continuous dependence of solutions of systems of 1st order ODEs; variation of constants formula; ODEs of order > 1; Laplace transform and applications to ODEs.

Gauss and Stokes Theorems and introduction to Partial Differential Equations (PDEs): surfaces in R^3 ; surface integrals of scalar and vector fields; Gauss and Stokes Theorems; divergence and curl of vector fields; derivation of the continuity, wave, heat, Laplace and Poisson differential equations.

PDEs and Fourier series: linear 1st order PDEs; wave, heat, Laplace and Poisson equations; trigonometric Fourier series; solutions of wave, heat, Laplace and Poisson equations, via separation of variables and Fourier series; Fourier transform and applications.

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de equações diferenciais e séries de Fourier. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

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

The course content corresponds to concepts and techniques of differential equations and Fourier series. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

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

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

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

The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, Boyce and Di Prima, 2013, 10th ed Wiley.*
- * *Vector Calculus, Marsden and Tromba, 2012, 6th ed Freeman.*
- * *Análise Complexa e Equações Diferenciais, Luís Barreira, 2019, 4ª ed. IST Press.*
- * *Introdução à Análise Complexa, Séries de Fourier e Equações Diferenciais, Pedro Girão, 2018, 2ª ed. IST Press.*
- * *Métodos de Resolução de Equações Diferenciais e Análise de Fourier com Aplicações, Luís Magalhães, 2013 DM-IST.*
- * *Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais, Djairo Figueiredo, 2012, 4ª ed IMPA.*
- * *Cálculo Diferencial e Integral em R^n , Gabriel Pires, 2016, 3ª ed. IST Press.*
- * *Integrais em Variedades, Luís T. Magalhães, 1993, 2ª ed. Texto Editora.*
- * *Exercícios de Análise Complexa e Equações Diferenciais, Luís Barreira e Claudia Valls, 2010, 2ª ed. IST Press.*
- * *Exercícios de Cálculo Integral em R^n , Gabriel Pires, 2018, 2ª ed. IST Press.*

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

Matemática Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Mathematics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ANAA

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

2 Turnos (TP).

4.4.1.7. Observations:

2 Sections (TP).

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

ist11785, José Leonel Monteiro Fernandes, 28h.

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

ist14030, José Viriato Araujo Santos, 28h.

ist24806, Pedro Miguel Almeida Areias, 28h.

ist153478, António Ramos Andrade, 28h.

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

Compreender a limitação finita de algoritmos numéricos. Trabalhar com estimativas de erros e compreender a propagação de erros em algoritmos. Interpolare e extrapolar dados por interpolação e mínimos quadrados. Aplicar a ciências de dados e medições experimentais. Aproximar, derivar e integrar funções por métodos numéricos. Aplicar a funções não elementares. Resolver equações e sistemas não lineares por métodos numéricos. Aproximar a solução de equações diferenciais ordinárias, incluindo sistemas. Aproximar a solução de problemas com equações diferenciais parciais. Desenvolver projectos computacionais elementares. Aplicar a diversos problemas de engenharia e de visualização gráfica.

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

Understand the finite limitations of numerical algorithms. Work with error estimates and understand error propagation in algorithms. Interpolate and extrapolate data also using least squares, and application to data science and experimental measurements. Approximate, derive and integrate functions by numerical methods. Solve equations and nonlinear systems by numerical methods. Approximate the solution of ordinary differential equations, including systems.

Approximate the solution of some problems with partial differential equations.

Develop and present elementary computational projects.

Apply the theory to engineering and computational problems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Representação numérica e introdução ao MATLAB (ou Python).

Erros e Condicionamento.

Interpolação e extrapolação de dados. Método de Mínimos Quadrados - Projecção L2 discreta.

Equações unidimensionais - Métodos da Secante e de Newton.

Integração e Equações Diferenciais Ordinárias – Métodos de Euler, Runge-Kutta e adaptativos.

Sistemas de Equações Lineares e Não Lineares – Métodos de Ponto Fixo, Newton.

Diferenciação e integração numéricas - caso geral e elementar (várias variáveis).

Equações com Derivadas Parciais – Diferenças Finitas, Splines e Elementos Finitos.

4.4.5. Syllabus:

Numeric representation and introduction to MATLAB (or Python). Errors and Conditioning.

Data interpolation and extrapolation. Least Squares Method - Discrete L2 projection.

One-dimensional equations - Secant and Newton methods.

Numerical Integration and Ordinary Differential Equations - Taylor and Runge-Kutta and adaptive methods.

Systems of Linear and Nonlinear Equations - Fixed Point Methods, Newton.

Numerical differentiation and integration - general and elementary case (several variables).

Partial Differential Equations - Finite Differences, Splines and Finite Elements.

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de métodos e algoritmos numéricos. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

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

The course content corresponds to concepts and techniques of numerical numerics and algorithms. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação

contínua (70%) + projetos computacionais (30%). Prova oral para alunos cuja classificação final seja superior ou igual a 18 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components (70%) + computational projects (30%). Oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

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

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

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

The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Métodos Numéricos, H. Pina, (2010) 2ª Edição, Escolar Editora.

Afternotes on Numerical Analysis, Stewart, G. W. (1996) SIAM.

Numerical Methods for Engineers, Chapra, S. C. & Canale, R. P. (2002) 4th ed., McGraw-Hill.

Elementary Numerical Analysis, An Algorithmic Approach, Conte, S. D. & de Boor, C. (1981) 3ª Edição, McGraw-Hill.

Numerical Methods with Matlab, Implementation and Application, Recktenwald, G. (2000) Prentice-Hall.

Mapa IV - Álgebra Linear

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Álgebra Linear

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Linear Algebra

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

2 Turnos (TP).

4.4.1.7. Observations:

2 Sections (TP)

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

ist12816, José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão, 0H

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

ist13229, Gustavo Granja, 112H

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

Domínio do cálculo matricial e de métodos para resolver sistemas de equações lineares. Domínio de espaços vetoriais e de transformações lineares. Estudar formas canónicas de matrizes, valores e vetores próprios e valores singulares. Estudar exemplos de aplicações.

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

Master matrix calculus and methods for solving systems of linear equations. Learn about vector spaces and linear transformations. Study canonical forms of matrices, eigenvalues and singular values. Study applications of the previous subjects.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Métodos de eliminação de Gauss e Gauss-Jordan. Aplicação à solução de sistemas lineares. Matrizes. Matrizes inversas. Determinantes.

Definição e exemplos de espaços vetoriais. Conjuntos linearmente independentes.

Transformações Lineares. Núcleo e imagem de uma transformação linear. Espaço de soluções de uma equação linear. Valores e vetores próprios. Multiplicidade algébrica e geométrica. Forma canónica de Jordan. Exemplos de aplicações (e.g. sistemas de equações diferenciais ordinárias lineares com coeficientes constantes, estabilidade de sistemas dinâmicos lineares, cadeias de Markov, algoritmo de PageRank).

Definição de produto interno. Ortogonalização de Gram-Schmidt. Método dos quadrados mínimos.

Teorema espectral. Transformações ortogonais, unitárias, hermitianas. Decomposição em valores singulares de uma transformação entre espaços euclidianos. Classificação das formas quadráticas reais.

4.4.5. Syllabus:

Gauss and Gauss-Jordan elimination applied to the solution of linear systems. Matrices, inverse matrices and determinants.

Definition and examples of vector spaces. Linearly independent sets.

Linear transformations. Nullspace (kernel) and range of a linear transformation. Solution space of a linear equation.

Eigenvectors and eigenvalues. Algebraic and geometric multiplicity of an eigenvalue. Jordan canonical form.

Applications (e.g. systems of linear ordinary differential equations with constant coefficients, stability of linear dynamical systems, Markov chains, PageRank algorithm).

Inner product spaces. Gram-Schmidt orthogonalization. The least squares method.

Spectral theorem. Orthogonal, unitary and hermitean linear transformations. Singular value decomposition of a linear transformation between euclidean spaces. Classification of quadratic forms.

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de Álgebra Linear. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas interligações, à formulação de problemas bastante variados cuja resolução requer a utilização de ferramentas de álgebra linear de uma forma criativa.

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

The topics to be covered correspond to concepts and methods of Linear Algebra. Besides learning those topics the student is encouraged to use a combination of different methods and of their interrelations to formulate problems whose solution requires the creative application of tools from Linear Algebra.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa por parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em diferentes contextos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The formulation and solution of problems, the practice of autonomous work and active learning by the student imply that he has acquired throughout the course a solid and dynamic understanding of the concepts and techniques taught, being able to relate and use them in different contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Linear Algebra and its applications, D. Lay, S. Lay, and J. McDonald, 2016, (5th edition), Pearson Education.;*
- * *Linear Algebra, J. Hefferon, 2017, (3rd edition), Saint Michael's College;*
- * *Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada, L. Magalhães, 1998, (8ª edição), Texto Editora;*
- * *Introduction to Linear Algebra, G. Strang, 2016, (5th edition), Wellesley-Cambridge Press;*
- * *Linear Algebra, S. Friedberg, A. Insel and L. Spence, 2003, (4th edition), Pearson Education.*

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Cálculo Diferencial e Integral I

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Differential and Integral Calculus I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
MatGer

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
56.0

4.4.1.6. ECTS:
6.0

4.4.1.7. Observações:
2 Turnos (TP)

4.4.1.7. Observations:
2 Sections (TP).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist12267, Pedro Simões Cristina de Freitas, 0h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist13446, João Paulo Neves Monteiro dos Santos, 112H

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Dominar conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Desenvolver pensamento analítico, criatividade e capacidade de inovação, através da aplicação desses conceitos e técnicas em contextos diferenciados.

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

Master concepts and techniques of differentiable and integral calculus in one variable. Develop analytic thinking, creativity and innovation capacity, through the application of those concepts and techniques in different contexts.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Números reais: axiomas algébricos, de ordem e do supremo. Números naturais e indução matemática. Sucessões; aplicações. Funções reais de uma variável real; limites e continuidade; funções elementares. Propriedades globais de funções contínuas: teoremas do valor intermédio e de Weierstrass. O conceito de derivada. Derivadas das funções elementares. Teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy. Regra de l'Hôpital. Derivadas de ordem superior. Funções inversas.
Primitivação: partes, substituição, funções racionais. Integral de Riemann. Teorema Fundamental do Cálculo. Regra de Barrow. Aplicações: cálculo de áreas; definição de funções (ex.: logaritmo, erro, gama); exemplos de equações diferenciais separáveis da forma $f(y) y'(t) = g(t)$. Polinómio de Taylor. Séries numéricas. Critérios de convergência. Convergência simples e absoluta. Séries de potências, raio de convergência. Séries de Taylor: definição, exemplos e convergência.

4.4.5. Syllabus:

Real numbers: algebraic, order and supremum axioms. Natural numbers and mathematical induction. Sequences: the concept of limit; applications. Real functions of one real variable: limits and continuity; elementary functions. Global properties of continuous functions: intermediate value and Weierstrass theorems. The concept of derivative. Derivatives of elementary functions. Rolle, Lagrange and Cauchy theorems. L'Hôpital's rule. Derivatives of higher order. Inverse functions.
Primitives: parts, substitution, rational functions. Riemann's integral. Fundamental Theorem of Calculus. Barrow's rule. Applications: calculation of areas; definition of functions (ex.: logarithm, error and gamma functions); examples of separable differential equations of the form $f(y) y'(t) = g(t)$. Taylor's polynomial. Numerical series. Convergence criteria. Simple and absolute convergence. Power series, convergence radius. Taylor series: definition, examples and convergence.

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

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

The course content corresponds to concepts and techniques of differential and integral calculus in one variable. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

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

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

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

The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in

differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Cálculo numa Variável Real*, J. P. Santos, 2013, IST Press;
- * *Calculus*, M. Spivak, 2006, 3rd Edition, Cambridge University Press;
- * *Introduction to Real Analysis*, W. Trench, 2009, (free edition), Trinity University;
- * *Aulas teóricas de Cálculo Diferencial e Integral I*, M. Abreu e R. L. Fernandes, 2014, DM-IST;
- * *Cálculo Diferencial e Integral I*, M. A. Bastos e A. Bravo, 2010, (texto de apoio às aulas);
- * *Introdução à Análise Matemática*, J. Campos Ferreira, 2018, 12ª edição, Gulbenkian;
- * *A First Course in Real Analysis*, M. H. Protter e C. B. Morrey, 1993, Springer-Verlag;
- * *Calculus*, J. Stewart, 2015, 8th edition

Mapa IV - Sistemas Electromecânicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Electromecânicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electromechanical Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Energy

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist12038, Gil Domingos Marques, 70 horas

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

ist12503, Maria José Ferreira dos Santos Lopes de Resende, 42 horas

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

O exercício da engenharia exige a colaboração de engenheiros de diferentes especialidades. É frequente que engenheiros aeroespaciais e eletrotécnicos tenham que trabalhar em conjunto para resolver problemas complexos. O objetivo desta disciplina é proporcionar aos alunos da licenciatura em Engenharia Aeroespacial conhecimentos básicos na área de Eletrotecnia de modo a que esta colaboração seja possível. Deverão também ser capazes de resolver, sozinhos, alguns problemas mais simples na área dos sistemas eletromecânicos. Após a frequência da disciplina, os alunos deverão conhecer os princípios da conversão eletromecânica de energia, os modelos equivalentes em regime permanente dos sistemas eletromecânicos mais comuns e estimar valores de forças, potências, velocidades e perdas. Deverão conhecer alguns aspetos de manobra e de proteção em algumas aplicações.

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

Engineering requires the collaboration of different specialties. It is common that aerospace and electric engineers have to solve complex problems together. The objective of this course is to teach students of Aerospace Engineering the basics of Electrotechnology in order to turn possible the above mentioned collaboration. Also, they should be able to solve, alone, simple problems in the area of electromechanical systems. By the end of the course, students should know the principles of electromechanical energy conversion, the equivalent circuits in steady state of the most frequent electromechanical energy converter devices and how to estimate forces, speeds, powers and losses. Students should know some aspects of control and protection in most usual applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos circuitos magnéticos. Campo estacionário e quase estacionário. Introdução aos transformadores. Aspectos práticos de análise e aplicação. Princípios de conversão eletromecânica de energia. Forças e binários. Conversores eletromecânicos usados em aeronaves. Introdução às máquinas elétricas rotativas. Conceitos básicos. Introdução às máquinas de corrente alternada e de corrente contínua. Noção de campo girante. Máquinas síncronas. Aspectos construtivos. Princípio e circuito equivalente em regime permanente. Características e aplicações. Controlo de velocidade de motores e geradores síncronos. Máquinas de indução. Aspectos construtivos. Circuito equivalente em regime permanente. Características e aplicações. Manobra e controlo de velocidade. Máquinas de corrente contínua. Introdução. Características.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to magnetic circuits. Stationary and quasi-stationary fields. Introduction to transformers. Practical aspects of analysis and applications of transformers. Electromechanical energy-conversion principles. Force and torque. Electromechanical converters used in aircrafts. Introduction to rotating electrical machines. Basic concepts. Introduction to alternating current and direct current machines. Rotating field concept. Synchronous machines. Constructive aspects. Principle and steady state equivalent circuit. Characteristics and applications. Speed control of synchronous motors and synchronous generators. Induction machines. Construction. Steady state equivalent circuit and characteristics. Operation and speed control. Direct current machines. Introduction. Characteristics.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Electromechanical Systems - Textbook according to the course program, Gil Marques, 2021, ; Electromechanical Systems Laboratory Guide, Gil Marques, 2021,

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Mecânica Quântica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Quantum Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FBas

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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):

ist12091, Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler, 8h

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

ist30520, Filipe Rafael Joaquim, 12.5h

ist34385, Elmar Biernat, 4h

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

Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos com ferramentas de cálculo.

Garantir formação científica geral para abordagens de inovação interdisciplinares.

Específico: Compreensão da Física e tecnologia actual que tem por base a Mecânica Quântica (MQ). Familiarização com o conceito de spin. Aplicação de princípios de MQ a sistemas físicos simples: efeito de túnel numa barreira de potencial, átomo de hidrogénio, oscilador linear harmónico, etc.

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

General: Predict quantitatively the consequence of a variety of phenomena through calculations. Ensure advanced and deep scientific training for innovative approaches, both within this field and in interdisciplinary endeavours.

Specific: To understand and being able to apply Physics and modern technology based on Quantum Mechanics. To get familiar with the concept of spin. Application of the principles of QM to simple physical systems: tunnel effect through a potential barrier, hydrogen atom and the harmonic oscillator, etc.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. A revolução quântica; Base fenomenológica da Mecânica Quântica; Dualidade onda-corpúsculo;

2. Princípio da sobreposição; função de onda e interpretação probabilística;

3. Princípio da incerteza de Heisenberg;

4. Equação de Schrodinger;

5. Potenciais unidimensionais. Estados ligados e de dispersão; Efeito de túnel; oscilador harmónico; aplicações;

6. A Equação de Schrodinger a 3 dimensões; o átomo de Hidrogénio;

7. Experiência de Stern-Gerlach. Spin. Aplicações.

4.4.5. Syllabus:

1. *The quantum revolution; Phenomenological basis of Quantum Mechanics; Wave-particle duality;*
2. *The superposition principle; Wavefunction and its probabilistic interpretation;*
3. *Heisenberg's uncertainty principle;*
4. *The Schrodinger equation;*
5. *One-dimensional potentials: scattering and bound states; tunnel effect, harmonic oscillator; applications;*
6. *Three-dimensional Schrodinger equation; the Hydrogen atom;*
7. *Stern-Gerlach experiment. Spin. Applications.*

4.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos abrangem os principais conceitos estruturantes do tema da UC; as aplicações teórico-práticas, numéricas e/ou computacionais, permitem ao estudante rever e aprofundar conhecimentos, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade como engenheiro, capacitando-o, ainda, para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma.*

4.4.6. *Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: The syllabus contents cover the main structuring concepts of the UC theme; theoretical-practical applications, numerical and / or computational, allow the student to review and deepen knowledge, as well as acquire new knowledge useful to his or her activity as an engineer, enabling him or her for other learning through autonomous research.*

4.4.7. *Metodologias de ensino (avaliação incluída): As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. 50% - 100% avaliação Contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas) [Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, poderá usar-se também Séries de problemas resolvidas em grupo, Apresentações orais e Discussões de resolução] 0% - 50% Exame*

4.4.7. *Teaching methodologies (including students' assessment): Teaching methodologies aim to foster problem-based learning, active learning, autonomous work and student accountability. 50% - 100% grading during the semester with 2 minitests (during the TP classes) [Provided there are adequate numbers of graders and/teaching assistants, one may opt to substitute tests for problem series, oral presentations and/or discussions of problems.] 0% - 50% Exam*

4.4.8. *Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os métodos de ensino são concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de exercícios permite tratar exemplos concretos e reais de sistemas quânticos.*

4.4.8. *Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes: Teaching methods are designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Problem solving allows to deal with concrete and real examples of quantum systems.*

4.4.9. *Bibliografia de consulta/existência obrigatória: Introduction to Quantum Mechanics, 2nd Edition, David Griffiths, 2005, Pearson International Edition, Pearson Prentice Hall*

Mapa IV - Arquitetura e Organização de Computadores

4.4.1.1. *Designação da unidade curricular: Arquitetura e Organização de Computadores*

4.4.1.1. *Title of curricular unit: Computer Architecture and Organization*

4.4.1.2. *Sigla da área científica em que se insere: Comp*

4.4.1.3. Duração:**Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****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):****ist166430, Aleksandar Ilic, 70h****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):**

- *Identificar os componentes fundamentais dos sistemas de computação.*
- *Identificar os requisitos funcionais e não funcionais de diferentes domínios de aplicações (ex: indústria aeronáutica, aeroespacial, móvel/IoT).*
- *Identificar os diferentes tipos de instruções e os mecanismos necessários para a sua execução, tendo em atenção os requisitos funcionais e não funcionais.*
- *Compreender os princípios das interrupções/exceções e a interface com os periféricos (ex: usados aplicações aeroespaciais e de IoT).*
- *Compreender a importância de um subsistema de memória hierárquica e seu papel no desempenho das aplicações.*
- *Identificar as diferenças decorrentes da evolução dos computadores e da sua especialização para diferentes domínios (ex: eletrónica de consumo vs indústria automóvel, aeroespacial e móvel/IOT).*

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

- *Identify the fundamental components of computing systems.*
- *Identify the functional and non-functional requirements of different application domains (e.g. aeronautical, aerospace and mobile/IoT applications).*
- *Identify the different instruction types and the required mechanisms for their execution, considering the identified functional and non-functional requirements.*
- *Understand the underlying principals of interruptions/exceptions and the interface with peripherals (e.g., used in aerospace and IoT applications).*
- *Understand the importance of a hierarchical memory subsystem and its role in the performance of applications.*
- *Identify the advantages and drawbacks stemming from the evolution of computers and of its specialization to different domains (e.g., consumer electronics vs automotive, aerospace, and mobile/IoT)*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Evolução histórica dos sistemas de computação nos diferentes domínios de aplicação (ex: aeronáutico, aeroespacial e móvel/IoT).*
- *Requisitos funcionais e não funcionais da arquitetura: tempo, segurança, confiabilidade/tolerância a falhas, eficiência energética, etc.*
- *Arquitetura de Conjunto de Instruções: tipos de operandos e operações; funções/rotinas; mapa de memória; interface com periféricos; tratamento de interrupções/exceções.*
- *Funcionamento de um processador: caminhos de dados; estruturas de controlo; arquiteturas de ciclo único e em pipeline; micro-arquiteturas avançadas.*
- *Arquiteturas modernas e especializações para sistemas de elevado desempenho, tempo real, seguros/confiáveis e embebidos. Aplicações críticas e espaciais.*

- **Hierarquia de memória: estruturas de cache simples e hierárquicas; endereçamento físico, virtual e tradução de endereços.**
- **Barramentos de sistema/ES e periféricos.**
- **Computação paralela para sistemas de elevado desempenho.**

4.4.5. Syllabus:

- **Historical evolution of computing systems in different application domains (e.g. aeronautical, aerospace and mobile/IoT).**
- **Functional and non-functional architecture requirements: temporal, security, reliability/fault-tolerance, energy efficiency, etc.**
- **Instruction Set Architectures: operands and instruction types; stack; functions/routines; memory map; peripherals interface; handling of interruptions/exceptions.**
- **Processors operation: datapath; control structures; single-cycle and pipelined architectures; advanced micro-architectures.**
- **Modern architectures and specializations for high-performance, real-time, secure/reliable and embedded systems. Space-grade and mission-critical applications.**
- **Memory hierarchy: single and multi-level caches; physical addressing and virtual addressing and translation.**
- **System/IO buses and peripherals.**
- **Parallel computing for high performance**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all syllabus points in 5. aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methods aim at promoting learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, as well as active learning, autonomous work development and student responsibility. The evaluation model includes the components of continuous evaluation in what concerns the active learning (e.g., projects, homeworks, quizzes, etc), thus allowing for a significant reduction in the impact of evaluation via exams (≤50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Computer Organization and Design: the Hardware/Software Interface, 5th Edition, David A. Patterson and John L. Hennessy, 2013, Morgan-Kaufmann; Computer Architecture: A Quantitative Approach, 6th Edition, John L. Hennessy, David A Patterson, 2017, Morgan-Kaufmann; Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design, 4th Edition, Marilyn Wolf, 2016, Morgan Kaufmann

Mapa IV - Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Aeroespacial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Aeroespacial**4.4.1.1. Title of curricular unit:****1st Cycle Integrated Project in Aerospace Engineering****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:****ACEAer****4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****OT14****4.4.1.6. ECTS:****6.0****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):****ist13672, Afzal Suleman, 254 horas****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist13198, Fernando José Parracho Lau, 28 horas****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****O Projecto Integrador tem a duração de um semestre e é enquadrável em uma de três modalidades:**

- 1. Projecto científico,**
- 2. Projecto em empresa e**
- 3. Projeto JUNO.**

Os objetivos de aprendizagem dependerão do projeto específico, mas, em geral, os estudantes deverão:

- aplicar os conhecimentos adquiridos na licenciatura no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.**
- estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas na licenciatura.**
- pesquisar, obter, compilar e resumir informações (científicas, técnicas, legislação, entrevistas, inquéritos) relevantes para o projeto.**
- planear e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos, realizar simulações em computador.**
- desenvolver competências intrapessoais, interpessoais e de pensamento crítico e inovador.**
- escrever e apresentar oralmente e discutir um relatório técnico.**

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**The integrated project may fall within one of three modalities: 1. Scientific project, 2. Company project and 3. JUNO project. Learning objectives will depend on the specific project, but in general students should:**

- apply the knowledge acquired during their degree to undertake a project of a scientific, technological or management nature.**
- extend their knowledge to areas not covered in their degree.**
- search, obtain, compile and summarize information (scientific, technical, legislation, interviews, polls) relevant to the project - plan and execute experiments, analyse and interpret data, develop mathematical models, perform computer simulations**
- develop Critical and Innovative Thinking, Intrapersonal and Interpersonal Skills. - write and orally present and**

discuss a technical report.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O projeto é definido inicialmente pelos orientadores ou sob orientação destes. Pode ser realizado individualmente ou em grupo, no IST ou fora do IST (universidades, centros de investigação ou empresas). As seguintes modalidades são possíveis:

- 1. Projecto científico: uma análise profunda e academicamente rigorosa de um desafio científico, tecnológico ou da área de gestão. Pode incluir trabalho experimental e/ou computacional.*
- 2. Projeto em empresa: projeto individual focado num desafio específico apresentado pela empresa anfitriã que requer uma solução ou análise vocacionada para uma implementação a curto prazo.*
- 3. Projeto JUNO: trabalho em equipa multidisciplinar com base em problemas/desafios reais e complexos apresentados por empresas ou instituições e que exigem contribuições de alunos de diferentes cursos do IST/ULisboa.*

4.4.5. Syllabus:

The project is initially defined by the supervisors or under the supervisors guidance. It can be carried out individually or in groups, and take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies). The following types are possible:

- 1. Scientific project: an in-depth and academically rigorous analysis of a scientific, technological or management challenge. May include experimental and/or computational work.*
- 2. Company project: individual project focused on a specific challenge posed by a host company that requires a solution or analysis targeted for short term implementation.*
- 3. JUNO project: multidisciplinary team work based on real and complex problems/challenges posed by companies or other institutions that require inputs from students from different courses of IST or the University of Lisbon.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização de aulas tutoriais e trabalhos de investigação e/ou experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of tutorials and research or/and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Design of Aircraft, Prentice Hall, 2003, Corke, 2003, Prentice Hall, ISBN: 0-13-089234-3; Projecto Aeroespacial, A. Suleman, 2020, Notas de Aulas; Airplane Design Parts I-IV, J. Roskam, 1997, DARCorporation

Mapa IV - Introdução à Economia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Introdução à Economia***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Economy Introduction***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EGO***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84.0***4.4.1.5. Horas de contacto:***24.5***4.4.1.6. ECTS:***3.0***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):***ist14021, Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista, 0h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***ist14105, Margarida Catalão Lopes, 14h**ist152309, Hugo Castro Silva, 10.5h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objetivo principal da unidade curricular de Introdução à Economia é permitir aos alunos um primeiro contacto com conceitos económicos fundamentais para o seu dia-a-dia enquanto cidadãos, profissionais de engenharia, ciência e tecnologia, e consumidores. Pretende-se que adquiram um entendimento e familiaridade com questões básicas e estruturantes na sociedade, tais como inflação, desemprego, PIB e crescimento económico, globalização, desigualdade, inovação, o papel da economia nas alterações climáticas, sustentabilidade, responsabilidade social. Após a frequência desta UC os alunos deverão estar habilitados com as competências necessárias para compreender a envolvente económica em que a sua atividade profissional se virá a desenrolar, quer em empresas já estabelecidas, start-ups, ou instituições públicas.

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

The main objective of the Introductory Economics course unit is to provide students with a first contact with economic concepts fundamental to their daily lives as citizens, engineering, science and technology professionals, and consumers. Students are expected to gain an understanding and familiarity with basic and structuring issues in societies such as unemployment, inflation, GDP and economic growth, globalization, inequality, innovation, the role of the economy in climate change, sustainability, and social responsibility. After completing this course students should be qualified with the necessary skills to understand the economic environment in which their professional activity will unfold, across established companies, start-ups, and government institutions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:*1. Mercados, eficiência e papel do Estado*

2. PIB e crescimento económico, inovação e progresso tecnológico
3. Inflação, desemprego e desigualdade
4. Bancos, dinheiro e mercado de crédito; crises financeiras e globalização
5. Política económica
6. Economia, ambiente e alterações climáticas
7. Economia digital, informação e desafios sociais

4.4.5. Syllabus:

1. Markets, efficiency and the role of the Government
2. GDP and economic growth, innovation and technological progress
3. Inflation, unemployment and inequality
4. Banks, money and the credit market; financial crises and globalization
5. Economic Policy
6. Economy, environment and climate change
7. Digital Economy, information, and social challenges

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias à realização dos objetivos de aprendizagem. Os alunos adquirem conhecimentos sobre conceitos económicos fundamentais por via da sua aplicação a problemas e desafios reais atuais que afetam a sociedade e a economia.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: *Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalho de aplicação sobre um dos tópicos da matéria (25%) + mini teste (25%) + exame (50%)

Note-se que o campo de horas de contacto P deveria estar preenchido com 0.75, mas, por limite de inserção de 3 caracteres, o 5 final é truncado e aparece apenas 0.7.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Applied mini project on one of the course topics (25%) + mini test (25%) + exam (50%)

Note that the contact hours P field should be filled with 0.75, but because of the 3 characters insertion limit, the final 5 is truncated and only 0.7 appears.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).*

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes: *The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *The Economy* – <https://www.core-econ.org/the-economy/book/text/0-3-contents.html>;
- * *Economia do Bem Comum*, Jean Tirole, 2018, Guerra e Paz;
- * *Principles of Economics*, Gregory Mankiw, 8th edition, 2018, Cengage;
- * *Foundations of Real-World Economics*, John Komlos, 2nd edition, 2019, Routledge, Taylor and Francis Group.

Mapa IV - Ciência de Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ciência de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:***Materials Science*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****PMME*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****56.0*****4.4.1.6. ECTS:*****6.0*****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):*****ist11941, Maria Emília da Encarnação Rosa, 28h T*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****ist12080, Alberto Eduardo Mourão Cabral Ferro, 56h P******ist12896, Augusto Manuel Moura Moita de Deus, 28h P*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Pretende-se que o aluno seja capaz de:***

- prever as principais propriedades dos materiais e as suas relações com a estrutura;***
- seleccionar os materiais mais apropriados para um dado projeto de engenharia.***

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The student should be able:***

- to predict the main properties of materials and their relations to structure;***
- to select a material for a specific engineering application.***

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução***
- 2. Matérias-primas***
- 3. Propriedades mecânicas dos materiais***
- 4. Materiais compósitos***
- 5. Estrutura cristalina dos materiais***
- 6. Materiais poliméricos***
- 7. Solidificação***
- 8. Difusão atômica em sólidos***
- 9. Diagramas de equilíbrio de fases***
- 10. Ligas ferrosas***
- 11. Ligas não-ferrosas***
- 12. Outras propriedades dos materiais***

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to Materials Science and Engineering***

2. *Raw materials*
3. *Mechanical properties of materials*
4. *Composite materials*
5. *Crystalline structure of materials*
6. *Polymeric materials*
7. *Solidification*
8. *Atomic diffusion in solids*
9. *Phase diagrams*
10. *Ferrous alloys*
11. *Nonferrous alloys*
12. *Other properties of materials*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: *Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação tem 2 componentes: 3 mini-testes durante as aulas (40%) e exame final (60%). A classificação mínima de cada teste é 8,0 valores (numa escala 0 -20) e a classificação mínima para aprovação na UC é 9,5 valores (numa escala 0 - 20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The evaluation comprises two parts: written assessment 3 mini-tests during classes (40%) and final exam (60%). The minimum grade of each test is 8.0 values (in a 0 - 20 scale) and the minimum grade in the evaluation is 9.5 values (in a - 20 scale).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas práticas e algumas demonstrações. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of practical classes and some experimental demonstrations, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Materials Science and Engineering. An Introduction", William D. Callister Jr e David G. Rethwisch, 2018, 10ª edição. John Wiley & Sons.; "Materials Science and Engineering", William F. Smith e Javad Hashemi, 2018, 6ª edição. Mc Graw-Hill; "Materials. Engineering, Science, Processing and Design", Michael Ashby, Hugh Shercliff e David Cebon,, 2019, 4ª edição. Butterworth-Heinemann

Mapa IV - Mecânica Aplicada II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica Aplicada II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Mechanics II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

4.4.1.3. Duração:**Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****N/A****4.4.1.7. Observations:****N/A****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist14018, Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha, 28.0 horas****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist146125, Filipa Andreia De Matos Moleiro, 63.0 horas****ist14117, Sérgio Bruno Nogueira Ribeiro e Silva, 21.0 horas****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Proporcionar aos alunos uma formação sólida no domínio da Dinâmica dos Corpos Rígidos, bem como uma introdução à Análise Tensorial, de modo a permitir escrever as equações físicas em notação indicial num sistema de coordenadas curvilíneas.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Provide the students with a solid background in the field of Rigid Body Dynamics, as well as an introduction to Tensor Analysis, aiming to allow the writing of the physical equations using index notation in a curvilinear coordinate system.****4.4.5. Conteúdos programáticos:****Introdução: Cinemática e Dinâmica de Partículas; Sistemas de Partículas.****Movimento Plano de Corpos Rígidos: Equações do Movimento; Momento Angular; Princípio de D'Alembert; Trabalho e Energia; Sistema de Corpos Rígidos; Conservação de Energia e Momento Angular.****Dinâmica de Corpos Rígidos em Três Dimensões: Momento Angular e Energia Cinética de um Corpo Rígido em Três Dimensões; Movimento de um Giroscópio; Ângulos de Euler; Movimento Livre de um Corpo Axissimétrico.****Vibrações Mecânicas: Vibrações Livres de uma Partícula e de um Corpo Rígido; Vibrações Forçadas; Vibrações Amortecidas; Sistema Massa-Mola-Amortecedor.****Cálculo Tensorial: Notação Indicial; Convenção da Soma; Operações Vectoriais; Leis de Transformação; Invariância em relação a Sistemas de Coordenadas; Métrica; Componentes Físicas de Tensores; Derivada Covariante; Aceleração Curvilínea; Operadores Diferenciais.****4.4.5. Syllabus:****Introduction: Kinematics and Dynamics of Particles; Systems of Particles.****Plane Motion of Rigid Bodies: Equations of Motion; Angular Momentum; D'Alembert's Principle; Work and Energy; Systems of Rigid Bodies; Conservation of Energy and Angular Moment.****Dynamics of Rigid Bodies in Three Dimensions: Angular Momentum and Kinetic Energy of a Rigid Body in Three Dimensions; Motion of a Gyroscope; Eulerian angles; Motion of an Axisymmetrical Body under No Force.****Mechanical Vibrations: Free Vibrations of Particles and Rigid Bodies; Forced Vibrations; Damped Vibrations; Mass-Spring-Damper System.****Tensor Calculus: Index Notation; Summation Convention; Vector Operations; Transformation laws; Invariance with Coordinate Systems; Metric Tensor; Physical Components of Tensors; Covariant Derivative; Curvilinear Acceleration; Differential Operators.****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos no domínio da dinâmica de corpos rígidos, complementados com noções de análise tensorial. Adicionalmente, aplicações teórico-práticas da matéria leccionada permitem ao aluno integrar conhecimentos anteriores, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua actividade como profissional em engenharia, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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

The programmatic contents cover the main topics in the field of rigid body dynamics, complemented with notions of tensorial analysis. In addition, theoretical-practical applications of the taught subject allow the student to integrate previous knowledge, as well as acquiring new knowledge useful to his activity as an engineering professional, enabling him to further learn through autonomous research. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, and students are asked to study the contents and solve application exercises.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A Classificação Final é formada por três componentes independentes de avaliação:

- *Ensaios laboratoriais realizados em grupo, avaliados com base em relatório escrito (15%)*
- *Mini-testes individuais realizados em aula (35%)*
- *Exame Final escrito (50%)*

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e trabalho laboratorial, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Final Grade consists of three independent assessment components:

- *Laboratory work performed in group, evaluated based on a written report (15%)*
- *Individual tests in class (35%)*
- *Final written exam (50%)*

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and laboratorial work, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning compatible with the significant reduction of assessment by exams.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objectivos da unidade curricular. A realização de trabalho laboratorial permite reforçar a componente prática. Na realização dos trabalhos de índole experimental é estimulada a adopção de diferentes abordagens para a resolução dos problemas em questão, bem como a análise dos resultados obtidos, contribuindo deste modo para o desenvolvimento de um Pensamento Crítico e Inovador. Adicionalmente, o trabalho em equipa na realização destes trabalhos contribui para o desenvolvimento das Competências Interpessoais.

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

Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The accomplishment of laboratorial work allows reinforcing the practical component. The adoption of different approaches to solve the underlying problems is encouraged in laboratory work, as well as the analysis of the results obtained, thus contributing to the development of Critical and Innovative Thinking. In addition, teamwork in laboratory tests contributes to the development of Interpersonal Skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Vector Mechanics for Engineers: Statics and Dynamics, F.P. Beer, E.R. Johnston Jr., D. Mazurek, P.J. Cornwell, B. Self, 2019, McGraw-Hill Education; Elementos de Análise Tensorial, F.J.P. Lau e P.J.S. Gil, 2020, Instituto Superior Técnico.

Mapa IV - Sistemas Digitais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Digitais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Digital Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist14359, Nuno Filipe Valentim Roma, 0

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

ist14017, António Manuel Raminhos Cordeiro Grilo, 56
ist12552, Francisco Miguel Prazeres da Silva Garcia, 112

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

- *Utilizar sistemas de numeração binária e aritmética binária.*
- *Derivar, manipular e simplificar funções booleanas.*
- *Concretizar funções booleanas com circuitos com portas lógicas simples.*
- *Compreender o funcionamento dos componentes fundamentais dos circuitos combinatórios.*
- *Compreender o funcionamento dos elementos básicos de memória, e utilizar registos e contadores.*
- *Especificar e sintetizar circuitos sequenciais síncronos.*
- *Compreender os conceitos básicos de sincronismo temporal e de análise de tempos de propagação.*
- *Projectar sistemas digitais de pequena complexidade utilizando componentes combinatórios e sequenciais.*

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

- *Use binary number systems and binary arithmetic.*
- *Derive, manipulate and minimize boolean functions.*
- *Implement boolean functions with circuits with logic gates.*
- *Understand the operation of the fundamental building blocks of combinational circuits.*
- *Understand the operation of basic memory elements, and work with registers and counters.*
- *Specify and synthesize synchronous sequential circuits.*
- *Understand basic timing issues, including clocking, timing constraints, and propagation delays.*
- *Design low-complexity digital systems with both combinational and sequential components.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Sistema de numeração binária, operações aritméticas, códigos decimais e alfanuméricos.

Circuitos lógicos: lógica binária e portas lógicas, álgebra de Boole, funções lógicas, formas de representação normalizadas, funções incompletamente especificadas, minimização algébrica e por mapas de Karnaugh, circuitos com portas NAND e NOR.

Elementos básicos de tecnologia: famílias lógicas, portas tri-state, tempos de propagação.

Circuitos combinatórios: codificadores, descodificadores, multiplexers, demultiplexers, comparadores, somadores e substractores.

Circuitos sequenciais básicos: latches e flip-flops, análise temporal e sincronização temporal.

Registos e contadores: registos simples, registos de deslocamento, contadores, ligação e expansão de contadores.

Circuitos sequenciais síncronos: máquinas de Mealy e de Moore, diagramas e tabelas de estado, codificação de

*estados, síntese clássica, métodos alternativos de síntese, minimização de estados.
Memórias: RAM, ROM e PROM.*

4.4.5. Syllabus:

Binary number system, arithmetic operations, decimal and alphanumeric codes.

Logic circuits: binary logic and gates, Boolean algebra, logic functions, standard forms, incompletely specified functions, algebraic and map minimization, circuits with NAND and NOR gates.

Elementary technology elements: logic families, tri-state gates, propagation delays.

Combinational circuits: encoders, decoders, multiplexers, demultiplexers, comparators, adders and subtractors.

Sequential circuits: latches and flip-flops, timing analysis and timing synchronization.

Registers and Counters: registers, shift registers, counters, counter interconnection and expansion.

Synchronous sequential circuits: Mealy and Moore models, state diagrams and state tables, state encoding, classical synthesis, alternative synthesis methods, state minimization.

Memories: RAM, ROM and PROM.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points in 5. aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Digital Design: With an Introduction to the Verilog HDL, VHDL, and SystemVerilog, M. Morris Mano, Michael D. Ciletti, 2018, Pearson;

- Arquitetura de Computadores: dos Sistemas Digitais aos Microprocessadores, Guilherme Arroz, José Monteiro, Arlindo Oliveira, 2019, ISTPress

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral**4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****2 Turnos (TP).****4.4.1.7. Observations:****2 Sections (TP).****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist11151, Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães, 0h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist13389, José António Maciel Natário, 112h.****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Domínio do cálculo diferencial de funções de várias variáveis reais com valores escalares e vetoriais e de integrais múltiplos e de linha, incluindo teoremas fundamentais do cálculo para integrais de linha e integrais duplos, e aplicações geométricas e físicas.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Master the differential and integral calculus of scalar and vector valued functions of several real variables and multiple and line integrals, including the fundamental theorems of calculus for line and double integrals, and geometric and physical applications.****4.4.5. Conteúdos programáticos:****Noções básicas topológicas em R^n , sucessões.****Campos escalares e vetoriais. Limite e continuidade. Diferenciabilidade e gradiente. Aplicações.****Teorema de valor intermédio.****Funções C^k , lema de Schwarz. Extremos e pontos de sela de campos escalares.****Teorema de Weierstrass, fórmula de Taylor, matriz hessiana, multiplicadores de Lagrange.****Teoremas da função inversa e da função implícita. Aplicações.****Integrais múltiplos e aplicações.****Curvas, caminhos e integrais de linha. Aplicações.****Teorema Fundamental do Cálculo para integrais de linha e aplicações.****Teorema de Green e aplicações.****Campos vetoriais gradientes de campos escalares.****4.4.5. Syllabus:****Basic topological notions in R^n , sequences.****Scalar and vector fields. Limits and continuity. Differentiability and gradient. Applications.****Intermediate value theorem.** **C^k functions, Schwarz lemma. Extremal and saddle points of scalar fields.****Weierstrass theorem, Taylor's formula, Hessian matrix, Lagrange multipliers.****Inverse and implicit function theorems. Applications.****Multiple integrals and applications.****Curves, paths and line integrals. Applications.****Fundamental theorem of calculus for line integrals and applications.****Green's theorem and applications.****Gradient vector fields of scalar fields.**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a várias variáveis. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The course content corresponds to concepts and techniques of differential and integral calculus in several variables. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Vector Calculus, Marsden and Tromba, 2012, 6th ed, Freeman;*
- * *Calculus II, Apostol, 2016, 2nd ed, Wiley;*
- * *Functions of Several Variables, Fleming, 1977, 2nd ed, Springer;*
- * *Cálculo Diferencial e Integral em \mathbb{R}^n , Gabriel Pires, 2016, 3ª ed, IST Press.;*
- * *Integrais Múltiplos, Luís T. Magalhães, 1996, 3ª ed, Texto Editora;*
- * *Exercícios de Cálculo Integral em \mathbb{R}^n , Gabriel Pires, 2018, 2ª ed, IST Press;*
- * *Exercícios de Análise Matemática I e II, DM-IST, 2003, Departamento de Matemática do IST.*

Mapa IV - Probabilidade e Estatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Probabilidade e Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Probabilistic and Statistic

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
PE

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:**168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****2 Turnos (TP).****4.4.1.7. Observations:****2 Sections (TP)****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist12634, António Manuel Pacheco Pires, 0h.****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist12954, Maria do Rosário De Oliveira Silva, 112h.****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Iniciação ao estudo da análise de dados estatísticos, teoria da probabilidade e inferência estatística, tendo em vista a compreensão e aplicação dos seus principais conceitos e métodos.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Master concepts of statistical data analysis, probability theory and statistical inference to understanding and applying such concepts to solve real-life problems in engineering and science.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- ***Representação gráfica de dados estáticos e dinâmicos com recurso ao software R.***
- ***Noção de probabilidade. Probabilidade condicionada e lei da probabilidade total. Teorema de Bayes. Independência.***
- ***Tipos de variáveis aleatórias (discretas e contínuas). Função de distribuição. Função massa de probabilidade e função densidade de probabilidade. Valor esperado, variância e quantis.***
- ***Pares aleatórios e combinação linear de variáveis aleatórias. Teorema do Limite Central.***
- ***Introdução à inferência estatística. Estimação pontual e estimação intervalar.***
- ***Construção de testes de hipóteses no contexto clássico de amostras de observações provenientes de populações com distribuição Normal. Testes de ajustamento.***
- ***Estudo da dependência linear entre duas variáveis aleatórias: regressão linear simples.***

4.4.5. Syllabus:

- ***Graphical representation of static and dynamic statistical data with R.***
- ***Basic concepts of probability theory. Conditional probability and total probability law. Bayes' theorem. Independence.***
- ***Random variables (discrete and continuous). Distribution function. Probability mass function and probability density function. Expected value, variance and quantiles.***
- ***Random pairs and linear transformation of random variables. Central limit theorem.***
- ***Statistical inference. Point estimation and interval estimation.***
- ***Hypothesis testing under normal populations.***
- ***Goodness of fit testing.***
- ***Linear regression.***

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de probabilidade e estatística. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.*****4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:*****The course content corresponds to concepts and techniques of probability and statistics. Besides the acquisition of***

this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua (70%) + projetos computacionais (30%). Prova oral para alunos cuja classificação final seja superior ou igual a 18 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components (70%) + computational projects (30%). Oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

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

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

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

The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists, Ross, Sheldon M, 2014, 5th ed, Academic Press;*
- * *Probability and Statistics for Data Science: Math + R +, Matloff, N. , 2019, 1st ed., Data Chapman and Hall/CRC;*
- * *Introductory Statistics with R, Dalgaard, P, 2002, Springer;*
- * *A Modern Introduction to Probability and Statistics: Understanding Why and How, Dekking, F.M., Kraaikamp, C., Lopuhaä, H.P., Meester, L.E., 2005, Springer.*

Mapa IV - Ambiente Espacial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ambiente Espacial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Space Environment

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist12909, João Manuel Gonçalves de Sousa Oliveira, 49 horas por semestre

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 o aluno tome conhecimento das características do ambiente que satélites ou naves espaciais podem encontrar na vizinhança da Terra e no sistema solar; que seja capaz de identificar os principais problemas colocados pelo ambiente espacial e suas possíveis soluções.

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

The student should learn about the characteristics of the environment in which satellites or spacecrafts work, either in the vicinity of Earth or in the solar system; and be able to identify the main challenges posed by the space environment and suggest possible solutions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O sistema solar.

Introdução à Física de plasmas magnetizados: teoria de órbitas de partículas, MHD.

A alta atmosfera e a ionosfera terrestres.

O Sol e a sua atmosfera. Vento solar.

Interação entre o vento solar e a magnetosfera. Magnetosferas terrestre e planetárias.

Objectos com órbitas perto de Terra; asteróides e meteoritos. Detritos espaciais: síndrome de Kessler, remoção activa e passiva de detritos.

Equilíbrio térmico das naves espaciais.

Efeitos da radiação no espaço.

4.4.5. Syllabus:

Solar system.

Introduction to the Physics of Plasmas: particle orbit theory, MHD.

Earth's upper atmosphere and ionosphere.

The Sun and its atmosphere. Solar Wind.

Interaction between the solar wind and the magnetosphere. Terrestrial and planetary magnetospheres.

Near Earth Objects; asteroids and meteorites. Space debris: Kessler syndrome, active and passive debris removal.

Thermal balance of spacecrafts.

Effects of space radiation.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames ($\leq 50\%$).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ($\leq 50\%$).

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos permite o confronto com problemas reais.

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

The teaching methodologies were designed so that students can reach an overall understanding of the subject, ensuring the conformitu with the objectives of the curricular unit. The use of projects lead to the exposure to real problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Space Physics, C. T Russell, J. G. Luhmann, R. J. Strangeway, 2016, Cambridge University Press; Planetary Sciences, Imke de Pater, Jack Lissauer, 2001, Cambridge University Press; Spaceflight Dynamics, William Wiesel, 2001, Aphelion Press

Mapa IV - Introdução ao Controlo**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Introdução ao Controlo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Automatic Control

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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):

ist14388, Pedro Tiago Martins Batista, 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):

Esta disciplina tem como objetivos: i) expor os conceitos fundamentais da teoria do controlo; ii) introduzir metodologias para análise e síntese de sistemas de controlo linear; e iii) ilustrar a aplicabilidade dos conceitos e metodologias de projeto ao controlo de sistemas reais. Como elementos singulares, distintos dos conteúdos de um curso normal de controlo, citam-se i) uma introdução sucinta e rigorosa à teoria dos sistemas lineares, conduzindo à sua caracterização em termos de funções de transferência no domínio da frequência; ii) a descrição de uma metodologia para projecto de sistemas de controlo denominada moldagem do ganho de malha; iii) um laboratório integrador dos conceitos fundamentais de teoria de controlo com aplicação a um sistema de controlo da área aeroespacial.

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

The goal of this course is threefold: i) to introduce the fundamental concepts of control theory; ii) to describe methodologies for analysis and synthesis of linear control systems; and iii) to illustrate the applicability of the concepts and methodologies in the project of real-life control systems. As singular elements of this course, distinct from a normal control course, this course provides: i) a short yet rigorous introduction to linear system theory, leading to the key concept of transfer function of a linear system; ii) the description of an advanced control design methodology, so-called loop-shaping technique; and iii) an integrated laboratory of the fundamental control concepts with application to a control system in the aerospace field.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução: exemplos motivadores, objetivos e perspetiva histórica*
2. *Modelização de sistemas e linearização: definição e tipos de modelos, exemplos de modelos de sistemas físicos e linearização de sistemas dinâmicos*
3. *Resposta no tempo de sistemas lineares e invariantes no tempo (SLITs): transformada de Laplace, função de transferência e resposta no tempo*
4. *Diagramas de blocos: regras básicas e redução sucessiva de blocos*
5. *Estabilidade: estabilidade de SLITs e resposta natural*
6. *Efeitos da retroação: seguimento de referência, rejeição de perturbação e atenuação do ruído*
7. *Diagramas de Bode: resposta em frequência de SLITs, diagramas de Bode e aproximação assintótica e relação tempo-frequência*
8. *Critério de Nyquist: diagrama de Nyquist e análise de estabilidade, margem de ganho e margem de fase e efeitos do atraso na cadeia de ação*
9. *Moldagem do ganho de malha: especificações, seguimento de referência, rejeição de perturbação e atenuação de ruído*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction: motivating examples, objectives, and historical perspective*
2. *Modelization of systems and linearization: definition and types of models, examples of models of physical systems and linearization of dynamic systems*
3. *Time response of linear time invariant (LTI) systems: Laplace transform, transfer function and time response*
4. *Block diagrams: basic rules and block diagram reduction*
5. *Stability: stability of LTI systems and natural response*
6. *Feedback effects: reference tracking, disturbance rejection and noise attenuation*
7. *Bode diagrams: frequency response of LTI systems, Bode diagrams and asymptotic approximation and time-frequency relation*
8. *Nyquist criterion: Nyquist diagram and stability analysis, gain and phase margins and effects of delays in the control channel*
9. *Loop-shaping: specifications, reference tracking, disturbance rejection and noise attenuation*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

Os primeiros quatro capítulos consistem numa introdução aos elementos fundamentais de sistemas lineares e invariantes no tempo descritos por funções de transferência. Os capítulos 5 a 9 introduzem técnicas de análise e síntese de sistemas de controlo linear com aplicação ao controlo de sistemas reais.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points 5 aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

The first four chapters consists of an introduction to the fundamental elements of linear time-invariant systems described by transfer functions. Chapters 5 to 9 introduce analysis and synthesis techniques for linear control systems with application to the control of real systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% de avaliação contínua / 50% de avaliação não contínua.

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por mini-projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

The teaching methodologies aim to foster learning through problem solving and mini-projects, with the reinforcement of the practical component, active learning, autonomous study, and responsabilization of the student. The evaluation model includes elements of continuous evaluation within the scope of active learning.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais realizados em ambiente de simulação numérica. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work carried out using numerical simulations, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Lecture Slides of Introduction to Automatic Control, Pedro Batista, 2021; Feedback Control of Dynamical Systems 8th Edition, Gene F. Franklin, J. David Powell, Abbas Emami-Naeini, 2019, Pearson.

Mapa IV - Eletromagnetismo e Óptica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Eletromagnetismo e Óptica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electromagnetism and Optics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FBas

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist12493, Mário José Gonçalves Pinheiro, 28 horas

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

ist173482, Rodrigo Luís Lourenço Vicente, 21 horas

ist169875, André Filipe Mocho Costa Lopes, 21 horas

ist12179, Ana Maria Guerreiro Martins, 21 horas

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

Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos com ferramentas de cálculo.

Garantir formação científica avançada e profunda num dos domínios fundamentais da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.

Específico: Compreensão dos conceitos, princípios básicos e fenomenologia do Eletromagnetismo e da Óptica.

Compreensão através da fenomenologia da história da síntese das equações de Maxwell para o campo electromagnético e da perspectiva integradora das equações de Maxwell; capacidade de aplicar os conceitos do Eletromagnetismo e da Óptica à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas.

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

General: Quantitatively predict the consequences of a variety of physical phenomena with calculatory tools. Ensure advanced and thorough scientific training in a fundamental field of Physics, hence allowing for disciplinary or interdisciplinary approaches to innovation.

Specific: Ability to understand and interconnect the concepts and basic principles of Electromagnetism and Optics, to understand how the history of how Maxwell's equations for the electromagnetic field have emerged and the integrative perspective of Maxwell's equations; ability to apply the concepts of to problem solving, particularly in what concerns their technological applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Eletrostática, lei de Coulomb; Gauss; condensadores; dielétricos. Corrente elétrica; leis de Ohm, Joule e Kirchhoff

Magnetostática: Biot-Savart e Ampère; força de Lorentz; fluxo magnético; coeficientes de indução e bobinas;

magnetização; energia magnética, Campo electromagnético (e.m.) variável e aplicações: indução e lei de Faraday;

circuitos RC, RL, RLC, Equações de Maxwell e ondas e.m., óptica geométrica

4.4.5. Syllabus:

Electrostatics: Coulomb's law; electrostatic field; superposition principle; field and potential; electric dipole; Gauss's law; capacity and capacitors; dielectrics and polarization; electroc energy.

2.Stationary electric current: current intensity and current density; equation for charge continuity; Ohm, Joule and Kirchhoff laws.

3.Magnetostatics: magnetic field; Biot-Savart and Ampère laws; Lorentz force; magnetic flux; induction coefficients and coils; magnetization (dia, para and ferromagnetism); magnetic energy.

4.Variable electromagnetic (e.m.) field and applications: induction and Faraday's law; electric transformers, motors and generators; displacement current; e.m. energy; RC, RL and RLC circuits.

5.Maxwell's equations and e.m. waves: monochromatic plane waves; wave energy and intensity.

6.Optics: e.m. character of light; dispersion, polarization, reflection, interference and diffraction; geometric optics, reflection and refraction; Fresnel equations and Fermat's principle.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas)

[Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, o docente poderá usar também séries de problemas, apresentações orais e/ou discussões de resolução]

50% exame

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous assessment by Mini-tests (exclusively during class hours) [If an appropriate number of graders and/or teaching assistants is available, oral presentations and/or solution discussions can be considered]

50% Exam

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physics for Global Scientists and Engineers (vols 1 and 2), Serway, Jewett, Wilson, Wilson and Rowlands , 2017 , ISBN10: 1-4737-5721-5; Physics for Scientists and Engineers, R. A. Serway, J. W. Jewett , 2004, ISBN: 0-53-440842-7

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

Programação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

IST13947, Nuno Cavaco Gomes Horta, 28h

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

IST13893, Bertinho Manuel D'Andrade da Costa, 63h

IST11803, Isabel Maria Martins Trancoso, 28h

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

A disciplina de Programação tem por objectivo dotar os alunos com os conceitos básicos de programação procedimental em linguagens de alto nível. Pretende-se que os alunos adquiram os conceitos indispensáveis à resolução algorítmica de problemas, com especial ênfase nos que surgem habitualmente na área da Engenharia, estruturação de aplicações, e abstracção procedimental e de dados.

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

The Programming course aims to provide students with the basics of procedural programming in high level languages. The students are expected to acquire the indispensable concepts for algorithmic problem solving, with special emphasis on those that usually arise in the area of Engineering, data abstraction and structured programming.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Computadores e sistemas operativos. Algoritmos e linguagens de programação. Desenvolvimento, compilação e depuração de um programa. Noção de léxico, sintaxe e semântica. Conceitos elementares. Estrutura de um programa. Tipos de dados elementares. Operadores e expressões. Introdução às instruções de entrada/saída. Instruções de selecção. Instruções de controlo de fluxo. Programação estruturada. Funções. Variáveis globais e locais. Visibilidade e tempo de vida de uma variável. Modularidade e estruturação: divisão por ficheiros. Estruturas de dados. Vectores. Cadeias de caracteres. Vectores multidimensionais. Estruturas. Recursividade. Apontadores. Passagem de argumentos: valor e referência. Apontadores e arrays. Aritmética de apontadores. Ficheiros. Utilização de ficheiros. Ficheiros de texto. Estruturas de dados dinâmicas. Variáveis estáticas e dinâmicas. Noções de estruturas de dados dinâmicas: Pilhas; Filas; Listas simples e duplamente ligadas.

4.4.5. Syllabus:

Introduction. Computers and operating systems. Algorithms and programming languages. Development, compilation and debugging of a program. Notion of lexicon, syntax and semantics. Elementary Concepts. Structure of a computer program. Elementary data types. Operators and expressions. Introduction to input / output instructions. Flow control instructions. Structured Programming. Functions. Global and local variables. Visibility and lifetime of a variable. Modularity and structure: division by files. Data structures. Vectors. Strings. Multidimensional vectors. Structures. Recursion. Pointers. Passing arguments: value and reference. Pointers and arrays. Pointers arithmetics. Files. Files I/O. Text files. Dynamic data structures. Static and dynamic variables. Notions of dynamic data structures: Stacks; Queues; Single and double linked lists.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The C Programming Language - The ANSI edition, Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie, 1988, Prentice-Hall; C Programming: A Modern Approach, 2nd Edition, K. N. King, 2008, ; Introduction to Computation and Programming Using Python: With Application to Understanding Data Second Edition, John Guttag, 2016, MIT Press

Mapa IV - Desenho e Modelação Geométrica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Desenho e Modelação Geométrica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Technical Drawing and Geometrical Modelling

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

PMME

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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):

ist13915, Miguel Pedro Tavares da Silva, 28.0 horas

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

ist12855, Luís Alberto Gonçalves de Sousa, 28.0 horas

ist12962, Manuel Filipe Simões Franco Ventura, 28.0 horas

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

Desenvolver a capacidade de representação gráfica associada a sistemas e produtos industriais. O aluno no fim da disciplina deverá ser capaz de facilmente produzir e transmitir ideias, conceitos e realizar pequenos projectos utilizando desenho técnico e modelação geométrica tridimensional (CAD 3D)

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

Development of graphical representation skills associated with systems and industrial products. With this course the student will be able to produce and transmit ideas, concepts and carry out small design projects using sketching, CAD and geometric modeling techniques.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Modelação CAD 3D:

- Modelos paramétricos.

- Entidades.

- Operações.

- **Relações geométricas.**
- **Superfícies.**
- **Assemblagem de componentes: Visualização de modelos; Detecção de interferências.**
- **Obtenção de desenhos.**

Introdução ao Desenho Técnico:

- **Aspectos gerais: Normas; Escrita; Formatos, esquadria, dobragem, legenda; Linhas e traços; Escalas.**
- **Projeções: Tipos de Projeções; Escolha de Vistas. Tipos de perspectivas**
- **Cortes e Secções: Representação; Tracejados; Tipos de corte; Representações convencionais; Secções.**
- **Cotagem: Elementos da cotagem; Escolha de cotas; Cotagem de conjuntos.**
- **Representação de Componentes normalizados: Roscas; Anilhas, Chavetas; Molas; Engrenagens; Rolamentos; Transmissões.**

Introdução à documentação de projecto.

- **Desenhos de Produção: Memória descritiva; Desenho de conjunto, peça a peça; Revisão de desenhos.**

4.4.5. Syllabus:

CAD 3D Modelling:

- **Parametric models**
- **Entities**
- **Features**
- **Geometric relations**
- **Surfaces**
- **Assemblies: Visualization, interference detection**
- **Generation of drawings**

Introduction to technical drawing:

- **General aspects related with technical drawing**
- **Multiview Projections**
- **Section views**
- **Dimensioning**
- **Special representation: Threads, fasteners, springs, gears, bearings, etc.**
- **Introduction to project documentation.**

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, é possível constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the learning objectives of this UC, described in 6.2.1.4, one can conclude that all syllabus points, described in 6.2.1.5, aim to give students the necessary knowledge and required skills to reach the desired learning outcomes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalhos ao longo das aulas (TA - 50%) e Projecto Final(PF 50%). O Projecto Final tem nota mínima de 10 valores, deverá ser efectuado em grupo e terá uma apresentação oral.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Practical work during class (50%) and Final Project (50%). The final project has a minimum grade of 10/20 points and it should be a group project. An oral presentation of the final project is also required.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will allow fulfilling not only the intended learning outcomes but also it will help to level the knowledge of students with different provenance and backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*"Desenho Técnico Moderno", A. Silva, C. T. Ribeiro, J. Dias, L. Sousa, 2005, LIDEL Editora, ISBN: 972-757-337-1;
"Desenho Técnico Básico", Vol. III, Simões Morais, 2006, Porto Editora.*

Mapa IV - Controlo Multivariável, Não-Linear e Ótimo**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Controlo Multivariável, Não-Linear e Ótimo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Multivariable, Nonlinear and Optimal Control

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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 Manuel Lage de Miranda Lemos, ist11886, 28h

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

ist14388, Pedro Tiago Martins Batista, 63h

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

Após frequentar com sucesso esta unidade curricular, os alunos deverão ser capazes de projectar sistemas de controlo recorrendo à formulação em espaço de estados para sistemas lineares, não lineares e ótimos, com aplicações à análise e projecto de controladores para sistema complexos, através de exemplos das áreas da robótica, processos industriais, ecologia, sistemas biomédicos e outros.

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

After successfully completing this course, the students should be able to design control systems using the state-space formulation for linear, nonlinear and optimal systems, with applications to the analysis and design of complex system controllers for examples in the areas of robotics, industrial processes, ecology, biomedical systems and others.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Modelos lineares de estado. Equação de estado e sua solução. Decomposição modal. Matriz de transição. Realizações de estado. Relações com a função de transferência. 2. Realimentação de variáveis de estado. Controlabilidade e observabilidade. Realizações mínimas. Interpretação em termos de pólos e zeros. Controlador por colocação de pólos através de realimentação linear do estado. Teorema de separação. Seguimento do sinal de referência e efeito integral. 3. Modelo de estado de sistemas não lineares. Pontos de equilíbrio. Linearização. Estabilidade. Métodos indireto e direto de Lyapunov. Equação de Lyapunov. Controladores não lineares. 4. Controlo Ótimo. Princípio de Pontryagin para problemas de tempo terminal fixo e sem restrições no estado terminal. Problemas com restrições no estado terminal. Problema Linear Quadrático. Controlo multivariável. Problema Linear Quadrático

Gaussiano (LQG) e filtro de Kalman.

4.4.5. Syllabus:

1. Linear state models. State equation and its solution. Modal decomposition. Transition matrix. State realizations. Relations with the transfer function. 2. State feedback. Controllability and observability. Minimum realizations. Interpretation in terms of poles and zeros. Pole-placement controller design through linear state feedback. Separation theorem. Reference signal tracking and integral effect. 3. State model of nonlinear systems. Equilibrium points. Linearization. Stability. Indirect and direct Lyapunov methods. Lyapunov equation. Nonlinear controllers. 4. Optimal Control. Pontryagin's principle for fixed and unrestricted terminal state time problems. Problems with restrictions in the terminal state. Linear Quadratic Problem. Multivariable control. Linear Quadratic Gaussian Problem (LQG) and Kalman filter.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

In view of the UC's learning objectives, described in 6.2.1.4, any specialist in the subject will be able to verify that all points of the syllabus, described in 6.2.1.5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for its fulfillment and acquisition of those objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will not only fulfill the objectives, but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Controlo no Espaço de Estados, J. M. Lemos, 2019, IST Press

Mapa IV - Teoria dos Circuitos e Fundamentos de Electrónica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Teoria dos Circuitos e Fundamentos de Electrónica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Circuits Theory and Electronic Fundamentals

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Electr

4.4.1.3. Duração:**Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****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):****ist12033, António Carlos de Campos Simões Baptista, 107 horas.****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist3142, Fernando Manuel Duarte Gonçalves, 83 horas.****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Desenvolver a capacidade de resolução de problemas de análise e síntese de circuitos simples. Verificação experimental dos principais conceitos apreendidos.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****To develop the ability to analyse electronic circuits and synthesize simple circuits. Proof experimentally the main concepts studied.****4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. TEORIA DOS CIRCUITOS: Modelo de parâmetros concentrados. Tensão, corrente, potência e resistência; Condensador; Bobine e Transformador; Métodos da análise de circuitos: método básico, método dos nós e método das malhas. Teorema de Tellegen e outros teoremas de circuitos, nomeadamente os aplicáveis a circuitos lineares. Resposta em Frequência.**
- 2. DÍODOS DE JUNÇÃO: Características; Díodo de Zener; Rectificadores; Filtragem; Circuitos limitadores e outros circuitos de aplicação.**
- 3. TRANSÍSTOR DE JUNÇÃO BIPOLAR: Funcionamento e características dos transístores bipolares: estrutura, características e zonas de funcionamento. Modelo de Ebers-Moll; Circuitos básicos; Acoplamento entre circuitos.**
- 4. TRANSISTORES MOS: Funcionamento e características dos transístores MOS: estrutura, características e zonas de funcionamento; circuitos básicos.**
- 5. Espelhos de corrente; Par diferencial.**
- 6. Amplificadores Operacionais: Características; Montagens básicas.**

4.4.5. Syllabus:

- 1. CIRCUIT THEORY: Lumped-matter discipline and lumped circuit abstraction. Voltage, current, power and resistance; Condenser; Coil and Transformer; Circuits analysis methods: basic method, node method and mesh method. Tellegen's theorem and other circuit theorems, namely those applicable to linear circuits. Frequency Response.**
- 2. JUNCTION DIODES: Characteristics; Zener's diode; Rectifiers; Filtering; Limiting circuits and other application circuits.**
- 3. BIPOLAR JUNCTION TRANSISTOR: Operation and characteristics of bipolar transistors: structure, characteristics and operating regions. Ebers-Moll model; Basic circuits; Coupling between circuits.**
- 4. MOS TRANSISTORS: Operation and characteristics of MOS transistors: structure, characteristics and operating zones; basic circuits.**
- 5. Current mirrors; Differential pair.**
- 6. Operational Amplifiers: Characteristics; Basic circuits.**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada nos conceitos teóricos fundamentais, na resolução de problemas e na realização de projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

50% de avaliação contínua/50% de avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies aim to foster learning based on fundamental theoretical concepts, problem solving and project realization, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg. projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams (≤50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The Art of Electronics, Paul Horowitz e Winfield Hill, 1996, Cambridge University Press; Foundations of Analog And Digital Electronic Circuits, Anant Agrawal, Jefrey H, Lang, 1st Ed. 2005, Elsevier - Morgan Kaufmann Publishers, Paperback ISBN: 9781558607354, eBook ISBN: 9780080506814; Introdução aos Circuitos Eléctricos e Electrónicos, Manuel de Medeiros Silva, 2001, Fundação Calouste Gulbenkian; Microelectronics Circuits (Fourth Edition), Adel S. Sedra e Kenneth C. Smith, 1998, Oxford University Press; Circuitos com Transistores Bipolares e MOS, Manuel de Medeiros Silva, 1999, Fundação Calouste Gulbenkian.

Mapa IV - Fenómenos Interactivos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Fenómenos Interactivos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Coupled Phenomena

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
MAA

4.4.1.3. Duração:

Semestral**4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****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):****ist12912, Paulo Jorge Soares Gil, 49 horas de contacto****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):**

Aprender sobre como podem ser modelados fenómenos complexos relacionados com aeroespacial de modo mais realista do que as idealizações mais simplificadas usadas em abordagens introdutórias aos assuntos. Ao terminar a unidade curricular o aluno deve ser capaz de compreender, pensar criticamente e utilizar modelos mais aproximados requeridos no contexto de problemas de engenharia aeroespacial relacionados com a modelação da gravidade de astros irregulares e outros, atmosferas, reentrada de veículos espaciais, e fenómenos associados.

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

To learn how aerospace complex phenomena can be modeled more realistically than idealized simplified approaches taught at introductory level. At the end of this curricular unit the student must be able to understand, thinking critically, and use more sophisticated models applied in the context of aerospace engineering related with modelling gravity of irregular and other celestial bodies, atmospheres, reentry of space vehicles, and related phenomena.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Gravidade de corpos extensos: Solução da equações de Poisson e Laplace, Harmónicas Esféricas e suas propriedades; Aplicação a Órbitas Especiais.

Campo Gravítico de Corpos Irregulares: Geóide; Modelos de Gravidade da Terra; Correções relativistas.

Efeitos da Gravidade em Corpos Celestes e Satélites: CM vs CG; Corpos Pequenos; Casos Especiais; Efeitos de Maré e Suas Consequências.

Atmosferas Planetárias: Propriedades e Modelos; Resistência Aerodinâmica e Alta Atmosfera; Regimes de Escoamento; Aproximações e Sua Validade.

Introdução à Aerodinâmica Hipersónica e Aerotermodinâmica: Entrada de Órbita; Características do Escoamento; Coeficientes Aerodinâmicos; Análise Aerodinâmica Simplificada; Método dos painéis e outros; design de veículos.

Fundamentos da Entrada Atmosférica: Introdução; Física de entrada; Transferência de Calor; Ponto de Estagnação; Escudos de Ablação; Equações do Movimento; Tipos de Entradas; Trajectórias Simplificadas; Corredor de Entrada; Casos de Estudo.

4.4.5. Syllabus:

Gravity of extended bodies: Solution of Poisson's and Laplace's Equations, Spherical Harmonics and its Properties; Application to Special Orbits.

Gravitational Field of Irregular Celestial Bodies : Geode; Earth Gravity Models; Relativistic Corrections.

Gravitational Effects in Celestial Bodies and Satellites: CM vs CG; Small Bodies; Special Cases; Tidal Effects and Their Consequences.

Planetary Atmospheres: Models and Features; Atmospheric Drag and High Altitude; Flow Regimes; Approximations and their Validity.

Introduction to Hypersonic Aerodynamics and Aerothermodynamics: Entry from Orbit; Flow Features; Aerodynamic Coefficients; Simplified Aerodynamics Analysis; Panels Method and Others; Vehicle Design.

Fundamentals of Atmospheric Entry: Introduction; Entry Physics; Heat Transfer; Stagnation Point; Ablation Shields; Equations of Motion; Entry Types; Simplified Trajectories; Entry Corridor; Case Studies.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Relatório(s) e Apresentação(ões) de trabalho(s) e/ou programas informáticos (70%) e Exame final 30%).

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (trabalhos, que podem ser de índole computacional) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Reports and presentations of homework and/or computational work (70%) and final exam (30%).

The teaching methodologies aim to foster learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (assignments, which may be of a computational nature) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos práticos permite o confronto com problemas reais.

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

Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Practical work allows confrontation with real problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Satellite Orbits: Models, Methods, and Applications, 2nd ed., O. Montenbruck and E. Gill, 2000, Springer;

Aerodynamic and Aerothermodynamic Analysis of Space Mission Vehicles, A. Viviani and G. Pezzella, 2016, Springer;

Introduction to Astrodynamics Reentry, 2nd ed., K. Hicks, 2014, Createspace Independent Publishing Platform;

Orbital Motion in Strongly Perturbed Environments: Applications to Asteroid, Comet and Planetary Satellite Orbiters, D. J. Scheeres, 2016, Springer;

Aerospace Engineering on the Back of an Envelope, I. E. Alber, 2012, Springer

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:

Várias estratégias estão previstas (ver 4.7) e muitas já foram implementadas:

Introdução/reforço de unidades curriculares (UC) baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, com um maior envolvimento dos estudantes na sala de aula e em processos de avaliação mútua e feed-back;

Reforço da utilização de ferramentas e plataformas digitais (e.g. mooc.tecnico.ulisboa.pt) que permitem um feedback instantâneo, assim como aprendizagem à distancia e avaliação.

Integração de estudantes em projectos inter/multidisciplinares, em institutos de investigação e/ou empresas, a nível do 1º ciclo e das dissertações de mestrado.

Creditação de actividades extracurriculares, valorizando projectos multidisciplinares, organização de jornadas, cursos/estágios de Verão, etc, que permitem o desenvolvimento de competências transversais.

Reforço da avaliação continua com a redução significativa (< 50%) do peso da avaliação por exames.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

Several strategies are foreseen (see 4.7) and many have already been implemented:

Introduction / reinforcement of curricular units (UC) based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, aiming at a greater involvement of students in the classroom in mutual evaluation processes and feed-back;

Reinforcement of the use of digital tools and platforms (e.g. mooc.tecnico.ulisboa.pt) that allow instant feedback, as well as e-learning and evaluation.

Integration of students in inter/multidisciplinary projects, in research institutes and / or companies, at the level of the 1st cycle and master's dissertations.

Accreditation of extracurricular activities, namely, multidisciplinary projects, organization of days, summer courses / internships, etc., which allow the development of transversal skills.

Reinforcement of continuous assessment with the significant reduction (<50%) of the weight of the evaluation by exams.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher uma questão relativa à carga de trabalho relativa a cada UC. A informação obtida a partir de todos os estudantes de cada UC é compilada e tratada para comparar a carga prevista com a carga estimada pelos estudantes. Quando há um grande desajuste entre a carga estimada e a carga prevista (superior a 1,5 ECTS) a situação é analisada no âmbito da Comissão QUC do Conselho Pedagógico. Nos casos em que se justifique é estabelecido um plano de ação envolvendo os departamentos e coordenações.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

Under the QUC forms (Course Unit Quality System), students must answer a question related to the workload involved in each UC. The information obtained from all students in each QUC is compiled and treated to compare the expected workload with the workload estimated by the students. When the imbalance between the estimated workload and the expected workload is significant (greater than 1,5 ECTS) the situation is analysed under the QUC Committee of the Pedagogical Council. Where applicable, a plan of action is devised by getting departments and programme coordinators involved.

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:

Em julho de cada ano são efectuadas reuniões de coordenação dos vários cursos, de forma a calendarizar o trabalho exigido aos estudantes ao longo dos semestres lectivos e dos períodos de avaliação, pretendo-se distribuir o trabalho dos estudantes ao longo do tempo, dando-se especial ênfase à aprendizagem contínua. Esta calendarização atempada permite ao estudante planear o seu ano lectivo/semestre, potenciando o sucesso escolar. No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher um bloco de questões específicas relativo à aquisição e/ou desenvolvimento de competências obtidas no âmbito de cada UC, que inclui

perguntas sobre o desenvolvimento de conhecimentos e compreensão das matérias, bem como a melhoria da capacidade de aplicação de conhecimentos de forma autónoma e de desenvolvimento do sentido crítico na utilização prática das mesmas.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:
Every year in July, meetings are held with programme coordinators, in order to schedule the work required from students throughout the semesters and evaluation periods. The purpose is to distribute student workload throughout time, giving special attention to continuous learning. This timely scheduling allows the student to plan his academic year/semester, enhancing academic achievement. Under the QUC surveys, students should complete a number of specific questions regarding the acquisition and/or development of skills acquired under each QUC, in particular about the development of knowledge and understanding of subject matters, and improvement of the capacity of application of knowledge autonomously and development of critical judgment in their practical application.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Diversas unidades curriculares abordam métodos de investigação, nomeadamente as unidades curriculares com componente laboratorial e computacional abordam metodologias essenciais a muitas actividades científicas. No âmbito do Projecto Integrador em Engenharia Aeroespacial, o método de aprendizagem está directamente associado ao planeamento e implementação de atividades de investigação.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

Several courses address research methods, namely the courses with laboratories and computational work address methodologies essential to many scientific activities. In the Capstone Project in Aerospace Design, the learning method is directly associated with the planning and execution of research activities.

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:

Tendo em consideração que a normativa legal aponta para uma formação de 1º ciclo entre 180 e 240 créditos ECTS, e considerando os objectivos definidos para este ciclo de estudos no ensino universitário, entendeu-se estabelecer, à semelhança de outros ciclos similares da unidade orgânica, um total de 180 créditos ECTS, decorrendo ao longo de seis semestres lectivos.

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:

Given that the legal regulation points to a formation of the 1st cycle between 180 and 240 credits ECTS, and considering the established objectives for this university course, it was decided to establish, like to other similar cycles of the organic unities, a total of 180 ECTS, elapsing over six semesters.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

O Instituto Superior Técnico tem um padrão para a definição de ECTS nas unidades curriculares de todos os seus ciclos de estudo, e recentemente, uma reflexão e discussão aprofundada na escola conduziu a uniformização da oferta de UC de 12, 9, 6 e 3 ECTS; Alterações específicas a esse padrão são analisadas caso a caso pelo Conselho Científico mediante proposta das coordenações de curso.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

IST has a pattern to define the ECTS for the course units of all its study cycles, and recently, in-depth reflection and discussion in the school has led to the standardization of the UC offer of 12, 9, 6 and 3 ECTS; Specific amendments to that pattern are analyzed on a case-by-case approach at the request of the Scientific Board on a proposal from the course coordinators.

4.7. Observações

4.7. Observações:

O Técnico estabeleceu como uma das suas prioridades a actualização e adaptação do seu modelo de ensino e práticas

pedagógicas aos dias de hoje. Neste contexto desencadeou um processo de análise e reflexão sobre o seu modelo de ensino e práticas pedagógicas, visando definir as linhas orientadoras para uma reorganização da formação na Escola. Em Janeiro de 2018 foi constituída a “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas”- CAMEPP do IST, mandatada pelos órgãos da Escola, para repensar o modelo de formação pedagógica do IST. Dessa análise resultou um conjunto de medidas relativamente à estrutura curricular, organização, filosofia, e práticas pedagógicas, que estão reflectidas no documento PERCIST- “Princípios enquadramentos para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122”. O PERCIST estabeleceu as linhas gerais para a reestruturação de todos os cursos conferentes de grau de 1º e 2º ciclos do Instituto Superior Técnico (IST) que vão ser implementados em 21-22. As principais medidas que vão ser implementadas e que foram incorporadas na reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclos do IST são aqui apresentadas de forma genérica:

- Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;
- Alteração para UCs de 12, 9, 6 e 3 unidades do Sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS);
- Aumento generalizado da flexibilidade curricular a nível de 1º ciclo com a criação de pre-major (até 12ECTS), e no 2º ciclo com a oferta de opções livres (18-30ECTS);
- Criação de minors coerentes de 18 ECTS, ao nível do 2.º ciclo, numa área de formação complementar e multidisciplinar, que pode ser intra- ou interdepartamental;
- Criação/reforço de projetos integradores e interdisciplinares que envolverá trabalho preferencialmente em equipa e podendo ter por base problemas e desafios reais: i) num projeto tipo Capstone ii) numa Unidade de Investigação, ou iii) em ambiente empresarial (UC “Projeto Integrador de 1º ciclo (PIC1));
- A nível de 2º ciclo, a dissertação de mestrado poderá ser enquadrável também em uma de três modalidades: i) tese científica, ii) projeto em empresa e iii) projeto CAPSTONE, potenciando a interdisciplinaridade.
- Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares;
- Introdução da formação em Humanidades, Artes e Ciências Sociais (HASS);
- Reforço das competências transversais integradas nas unidades curriculares;
- Reforço das valências em computação e programação;
- Aumento da formação em empreendedorismo e inovação
- Mudança de paradigma de ensino com introdução/reforço de unidades curriculares baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;

Informação mais detalhada sobre algum destes aspectos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório CAMEPP e documento PERCIST.

4.7. Observations:

Técnico established, as one of its priorities, the reshaping of its teaching model and pedagogical practices to today's world. In this context, it started a process of analysis and reflection on its teaching model and pedagogical practices, aiming to define the guidelines for a reorganization of the courses curricula and pedagogical model in the School. In January 2018, the “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas - CAMEPP” was set up, mandated by the School bodies, to rethink the IST's pedagogical training model. This analysis resulted in a set of measures regarding the curricular structure, organization, philosophy, and pedagogical practices, which are reflected in the document PERCIST “Princípios enquadramentos para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122””. PERCIST has established the general guidelines for restructuring all courses of Instituto Superior Técnico (IST), conferring degrees from 1st and 2nd cycles, and that will be implemented in 21-22. The main measures that are going to be implemented, and that were incorporated in IST's 1st and 2nd cycle courses, are presented here in a generic way:

- Recognition of the importance of solid training in Engineering Sciences;*
- *Change to UCs of 12, 9, 6 and 3 units of the European credit transfer and accumulation system (ECTS);*
 - *Increased of curricular flexibility at the 1st cycle level with the creation of pre-major curricular units (up to 12ECTS), and in the 2nd cycle with curricular units as free options (18-30ECTS);*
 - *Creation of coherent minors of 18 ECTS, at the level of the 2nd cycle, in an area of complementary and multidisciplinary training, which can be intra- or interdepartmental;*
 - *Creation / reinforcement of integrative and interdisciplinary projects that will involve preferably team work and may be based on real problems and challenges: i) in a Capstone project ii) in a Research Unit, or iii) in a business environment (UC “Projeto Integrador de 1st cycle (PIC1));*
 - *At the 2nd cycle level, the master's dissertation may also fit into one of three types: i) scientific thesis, ii) company project and iii) CAPSTONE project, enhancing interdisciplinarity.*
 - *Curricular recognition of extracurricular activities;*
 - *Introduction of training in Humanities, Arts and Social Sciences (HASS);*
 - *Reinforcement of transversal competences integrated in the curricular units;*
 - *Reinforcement of computing and programming skills;*
 - *Increased training in entrepreneurship and innovation*
 - *Changing the teaching paradigm with the introduction / reinforcement of curricular units based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;*

More detailed information on any of these aspects can be made available and consulted: CAMEPP report and PERCIST document.

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.

Fernando José Parracho Lau
Afzal Suleman
José Fernando Alves da Silva

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
Gustavo Rui Gonçalves Fernandes de Oliveira Granja	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		FÍSICA	100	Ficha submetida
Maria José Ferreira dos Santos Lopes de Resende	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Manuel Melo de Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Fernando José Parracho Lau	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA AEROESPACIAL	100	Ficha submetida
Alberto Eduardo Mourão Cabral Ferro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		CIÊNCIA DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Soares Gil	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA AEROESPACIAL	100	Ficha submetida
João Paulo Neves Monteiro dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Elmar Biernat	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Physics	100	Ficha submetida
Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		FÍSICA	100	Ficha submetida
Pedro Simões Cristina de Freitas	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Hermínio Albino Pires Diogo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Filipa Andreia De Matos Moleiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Aeroespacial	100	Ficha submetida
João Manuel Lage de Miranda Lemos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Luís Manuel Gonçalves Barreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Mário José Gonçalves Pinheiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		FÍSICA	100	Ficha submetida
André Calado Marta	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Aeronautics and Astronautics	100	Ficha submetida

Miguel Pedro Tavares da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECÂNICA	100	Ficha submetida
António Carlos De Campos Simões Baptista	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
António Manuel Pacheco Pires	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA APLICADA	100	Ficha submetida
Luís Alberto Gonçalves de Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Hugo Miguel Fragoso de Castro Silva	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão	30	Ficha submetida
Cláudia Valls Angles	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
André Filipe Mocho Costa Lopes	Monitor ou equivalente	Mestre	Engenharia Física Tecnológica	100	Ficha submetida
Maria Emília Da Encarnação Rosa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Maria Margarida Martelo Catalão Lopes de Oliveira Pires Pina	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ECONOMIA	100	Ficha submetida
José Víriato Araújo dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
José Raul Carreira Azinheira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Sérgio Bruno Nogueira Ribeiro e Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA NAVAL	100	Ficha submetida
José António Maciel Natário	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MATHEMATICS	100	Ficha submetida
José Manuel Da Silva Chaves Ribeiro Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Maria do Rosário De Oliveira Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Pedro Tiago Martins Batista	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Alexandra Bento Moutinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE SISTEMAS	100	Ficha submetida
Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CIÊNCIAS APLICADAS	100	Ficha submetida
António Manuel Raminhos Cordeiro Grilo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
António Ramos Andrade	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Sistemas de Transportes	100	Ficha submetida
Isabel Maria Martins Trancoso	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Nuno Filipe Valentim Roma	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Gil Domingos Marques	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Aleksandar Ilic	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
António José Nobre Martins Aguiar	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Licenciado	ENGENHARIA MECANICA	20	Ficha submetida
Ana Maria Guerreiro Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida

Pedro Da Graça Tavares Álvares Serrão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA AEROESPACIAL	100	Ficha submetida
Maria Clara Henriques Baptista Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Bertinho Manuel D'Andrade da Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Rodrigo Luís Lourenço Vicente	Assistente ou equivalente	Mestre	Física	100	Ficha submetida
Augusto Manuel Moura Moita de Deus	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Hélder Carriço Rodrigues	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Agostinho Rui Alves da Fonseca	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Aeroespacial	100	Ficha submetida
Fernando Manuel Duarte Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Pizarro de Sande e Lemos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Afzal Suleman	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Nuno Cavaco Gomes Horta	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Leonel Monteiro Fernandes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Edgar Caetano Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Ferreira Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
João Agostinho De Oliveira Soares	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Carlos Frederico Neves Bettencourt da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MECANICA DOS FLUIDOS	100	Ficha submetida
João Manuel Gonçalves de Sousa Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Manuel Filipe Simões Franco Ventura	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA NAVAL	100	Ficha submetida
Filipe Rafael Joaquim	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Pedro Miguel de Almeida Areias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Francisco Miguel Prazeres da Silva Garcia	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	30	Ficha submetida
				6380	

<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.

66

5.4.1.2. Número total de ETI.

63.8

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:	63	98.746081504702

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):	61.6	96.551724137931

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	61.6	96.551724137931
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

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	63	98.746081504702
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	2	3.1347962382445

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.**

A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema

multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico" (Despacho n.º 3855/2017, DR 2ª série, n.º 88 de 8 de maio de 2017, que actualiza o Despacho n.º 262/2013, DR, 2.ª série, n.º 4, de 7 de janeiro de 2013, e o despacho n.º 4576/2010, DR 2ª Série, n.º 51 de 15 de março), sendo aplicado a cada docente individualmente e é aplicado nos períodos estipulados por Lei.

Permite a avaliação quantitativa da atuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflete-se nomeadamente sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª Série, N.º 130 de 8 de julho).

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

Performance assessment of IST teaching-staff relies on the multi-criteria system defined in the "Regulations of Performance of IST Teaching-staff" (Rectoral Order 3855/2017 Government Journal 2nd Series, No 88 of May 8, that updates the Rectoral Order 262/2013 Government Journal 2nd Series, No 4 of January 7 and the Rectoral Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied to each professor individually and for periods established under the law. It allows for the quantitative assessment of the performance of the teaching staff in different strands and is reflected particularly on the allocation of the teaching duties, which is governed by the Rectoral Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July).

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.

A atividade dos funcionários não-docentes afetos à lecionação do ciclo de estudos desenvolve-se em duas vertentes: administrativa e técnica. No primeiro caso, os funcionários providenciam apoio de secretariado aos alunos e docentes envolvidos nas unidades curriculares (UC) da LEAer (e.g., receção de relatórios, atribuição das vigilâncias de teste/exames). No segundo caso, os funcionários prestam apoio na gestão nos laboratórios envolvidos nas UC, instalam o software necessário, e prestam apoio técnico aos alunos.

Neste contexto, apresentamos a distribuição por serviços dos funcionários não docentes que dão apoio à LEMec em tempo parcial (TP):

Gestão de Espaços - 2 (TP);

Apoio às salas de aulas - 2 (TP);

Técnicos de Laboratório -12 (TP) + 14 (TP) (bolseiros);

Apoio administrativo - 23 (TP);

Apoio à coordenação da LEAer - 4 (TP);

Bolseiros: 10 (TP) (apoio à lecionação das aulas).

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

The activity of non-teaching staff giving teaching support in the study cycle is of two types: administrative and technical. In the first case, employees provide secretarial support to students and teaching staff involved in the LEAer curricular units (UC) (e.g., receiving reports, assigning tests/exams surveillance). In the second case, the employees provide management support in the laboratories involved in the UC, install the necessary software, and provide technical support to students.

We present the distribution of services by non-teaching staff who support the LEAer in part-time (PT):

Building Management - 2 (PT);

Class support - 2 (PT);

Laboratory technicians - 12 (PT) + 14 (grant holders);

Administrative support - 23 (PT);

**Administrative support of the coordination of LEAer – 4 (PT);
Grant holders – 10 (TP) (teaching assistants).**

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

Os funcionários referidos no ponto anterior têm as seguintes qualificações: 4º ano de escolaridade – 2; 9º ano – 5; 11º ano – 1; 12º ano – 30; Licenciatura – 4; Mestrado – 15; Doutoramento – 10.

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

The qualification of the non academic staff identified in the section above is the following: Basic Education (4th Grade) – 2; Basic Education (9th Grade) – 5; Secondary Education (11th Grade) – 1; Secondary Education (12th Grade) – 30; Bachelor – 4; Master -15; PhD – 10.

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

O IST implementa o SIADAP desde a sua criação jurídica, em 2004, tendo actualizado o funcionamento e os procedimentos, com as revisões do sistema de avaliação, em 2007 e em 2013. A avaliação integra os subsistemas:

- de Avaliação do Desempenho dos Dirigentes da Administração Pública - SIADAP 2, aplicado em ciclos de três anos, consoante as comissões de serviço dos avaliados

- de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública - SIADAP 3, com carácter bianual, a partir do ciclo de 2013-2014.

Todo este processo foi desmaterializado e está disponível na plataforma de aplicações centrais do IST (.dot), sendo acedido pelos vários intervenientes (avaliadores, avaliados, Direcção de Recursos Humanos e dirigentes de topo) electronicamente. O processo PREVPAP vai permitir a integração de muitos colaboradores do técnico que não detinham um vínculo com a administração pública. Mais informação está disponível na página da DRH do IST na Internet.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

Active since it was legally created in 2004, IST has updated its functioning and procedures and reviewed the evaluation system in 2007 and 2013. The evaluation includes the following subsystems:

- the System for Performance Assessment of the Senior Officials of the Public Administration (SIADAP 2), applied in three cycles, depending on the service commissions of those evaluated;

- the System for Performance Assessment of the Public Administration Employees (SIADAP 3), every two years, from 2013-2014. This process was dematerialized and is available on the central application form of IST (.dot). Access is made by the different actors (evaluators, evaluated, HR Division, and senior officials) electronically.

The PREVPAP regulations will drive IST to integrate diverse members of non-academic staff in the Public Administration. Further information about Human Resources Division available at IST webpage.

7. Instalações e equipamentos

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

12 Laboratórios de ensino: 2043.7 m2

2 Salas de informática: 2771 m2

1 Biblioteca: 929.2 m2

1 Outras salas: 3.4 m2

1 Oficina para ensino: 145.5 m2

26 Anfiteatros de ensino: 2658.6 m2

21 Laboratórios para ensino/investigação: 1507.8 m2

45 Salas de aula: 2666.1 m2

3 Laboratórios exclusivamente para investigação: 576.2 m2

11 Salas de estudo: 732.5 m2

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

12 Teaching Laboratories: 2043.7 m2

2 Computer rooms: 2771 m2

1 Library: 929.2 m²
1 Other Rooms: 3.4 m²
1 Teaching workshop: 145.5 m²
26 Lecture halls: 2658.6 m²
21 Teaching/Research Laboratory: 1507.8 m²
45 Classrooms: 2666.1 m²
3 Research Labs: 576.2 m²
11 Study rooms: 732.5 m²

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Túnel Aero-acústico, com velocidade máxima de 60m/s, secção de saída circular com 1.5m de diâmetro. A secção de ensaio encontra-se dentro de uma câmara anecóica fechada.
Simulador de Voo de Investigação (SVI) constituído por: Cabine de pilotagem Fokker 27, 3 computadores e hub de ligação para implementação do simulador de voo de investigação (módulo de simulação de dinâmica de voo)
Túneis aerodinâmicos de baixa velocidade. Balança aerodinâmica. Ventilador radial. Compressor volumétrico. Depósito de ar comprimido./
Aeronaves rádio comandadas com controlo por visão; Sistema activo de interface homem-máquina
Laboratório de Motores Térmicos: motores para ensaios; motores para observação; componentes de motores.
Cluster de PC's, computadores pessoais (cerca de uma centena), impressoras/ploters, scanners e material informático diverso.
Software diverso (Ansys, Autodesk, Cosmos, SolidWorks, Fluent, Star-CD, Chemkin, Grapher, Surfer, Mathematica, Matlab, Simulink, Microsoft Office, etc).

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

Aero-acoustic tunnel, with a maximum speed of 60m/s, circular section with a diameter of 1.5m. The test section is located in a closed anechoic chamber.
Research Flight Simulator (SVI) consisting of: Fokker 27 cabin, 3 computers and connection hub for the implementation of the research flight simulator (flight dynamics simulation module).
Low speed wind tunnels. Aerodynamic balance. Radial fan. Volumetric compressor. Compressed air tank.
Radio controlled aircraft with vision control; Active human-machine interface system.
Thermal Motors Laboratory: motors for tests; observation engines; engine components.
Cluster of PC's, personal computers (about a hundred), printers / plotters, scanners and various computer equipment-
Various software (Ansys, Autodesk, Cosmos, SolidWorks, Fluent, Star-CD, Chemkin, Grapher, Surfer, Mathematica, Matlab, Simulink, Microsoft Office, etc).

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
Centre for Aeronautic and Spatial Sciences and Technologies – CCTAE @ LAETA	Excelente / Excellent	IST / ULisboa	10	
Center for Innovation, Technology and Policy Research - IN+ @ LARSyS	Excelente / Excellent	IST / ULisboa	1	
Institute for Mechanical Engineering – IDMEC @ LAETA	Excelente / Excellent	IST / ULisboa	7	
Center of Physics and Engineering of Advanced Materials – CeFEMA	Muito Bom / Very Good	IST / ULisboa	2	
Centro de Engenharia e Tecnologia Naval e Oceânica - CENTEC	Excelente / Excellent	IST / ULisboa	1	
Institute for Systems and Robotics - ISR Lisboa @ LARSyS	Excelente / Excellent	IST / ULisboa	1	

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.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/2cccce52-5a98-2d60-ce25-5e70ef025e78>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza tecnológica profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/2cccce52-5a98-2d60-ce25-5e70ef025e78>

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.

Os centros de investigação CCTAE e IDMEC pertencem ao Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica - LAETA. Entre 2013 e 2017, a FCT financiou o LAETA com cerca de 13,5 M €. Ainda assim, o LAETA atraiu cerca de duas vezes esse valor de financiamento competitivo de outras agências: 18,9 M € (nacional) e 6,3 M € (internacional). No mesmo período, foram criadas 23 divisões no âmbito do LAETA.

A pesquisa do IDMEC concentrou-se não apenas na ciência fundamental, mas principalmente nas tecnologias aplicadas e na transferência de conhecimento para a sociedade. Esse esforço foi reconhecido por sua excelência e massa crítica em campos essenciais nos setores de energia, tecnologias de transporte e aeronáutica. Algumas contribuições relevantes são: i) Modelos computacionais para projetar estruturas aeroespaciais compostas, com vários contratos com a Airbus; ii) Avanços nos processos de fundição e conformação de metais, em colaboração com parceiros industriais e a ESA; iii) Avanços no transporte de superfície (sistemas ferroviários de catenária-pantógrafo e autocarros com células de combustível); iv) Avanços em energias renováveis oceânicas, realizados pela start-up KYMANER; e v) Propagação e segurança de incêndios florestais.

NO CCTAE, destaca-se a colaboração com a Embraer, nomeadamente através do projeto FLEXCRAFT de desenvolvimento de um conceito de uma aeronave modular, que conjuga a ideia de modularidade e permitindo uma reconfiguração da cabine para diferentes missões (comerciais e de lazer, de socorro e auxílio, entre outras) com a capacidade STOL – para competir com soluções de asa rotativa, através de uma operação em pistas curtas, melhorando o desempenho global.

Dos vários projetos em que o ISR participa, destacam-se os projectos envolvendo drones para manutenção marítima e patrulhamento, assim como o estudo e desenvolvimento de constelações de satélites para aplicações marítimas e comunicações.

O INESC-ID desenvolve investigação em inteligência artificial, sistemas de apoio à informação e decisão, sistemas distribuídos, redes de comunicação, computação de alta performance, microeletrónica e sistemas de energia. Entre inúmeros projetos e parcerias, destacamos:

- sistema de propulsão eléctrica/híbrida de Aeronaves, com a tese MSc "Energy Management and Control in Hybrid Aircraft with Energy Storage", no projeto FCT PTDC/EEI-EEE/32550/2017-Transformador Inteligente para Redes Sustentáveis;

-participação no projeto europeu "Pulsarplane: worldwide air transport operations" cujo objetivo consistia em investigar o impacto na aviação de sistemas de navegação através de pulsares.

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.

The CCTAE and IDMEC research centers belong to the Associated Laboratory for Energy, Transport and Aeronautics - LAETA. Between 2013 and 2017, FCT financed LAETA with around 13.5 M €. Even so, LAETA attracted about twice that amount of competitive financing from other agencies: 18.9 M € (national) and 6.3 M € (international). In the same period, 23 divisions were created in LAETA.

Research in IDMEC focused not only on fundamental science, but mainly on applied technologies and the transfer of knowledge to a society. This effort was registered for its excellence in the sectors of energy, transport technologies and aeronautics. Some relevant contributions are: i) Computational models for designed aerospace composite structures, with several contracts with Airbus; ii) Advances in metal casting and forming processes, in collaboration with industrial partners and ESA; iii) Advances in surface transport (catenary-pantograph rail systems and fuel cell buses); iv) Advances in ocean renewable energy, made by the start-up KYMANER; and v) Propagation and safety of forest fires.

At the CCTAE, the collaboration with Embraer stands out, namely through the FLEXCRAFT project to develop an aircraft that combines the idea of modularity – allowing a reconfiguration of the cabin for different missions (commercial and recreational, emergency and assistance, among others) with STOL capability – to compete with rotary

wing solutions, through short runway operation, improving overall performance.

Among the various projects in which ISR participates, the projects involving drones for maritime maintenance and patrolling stand out, as well as the study and development of satellite constellations for marine and communications applications.

INESC-ID develops research in artificial intelligence, information and decision support systems, distributed systems, communication networks, high-performance computing, microelectronics and energy systems. Among countless projects and partnerships, we highlight:

- Aircraft electric / hybrid propulsion system, with the MSc thesis "Energy Management and Control in Hybrid Aircraft with Energy Storage", in the project FCT PTDC / EEI-EEE / 32550/2017-Intelligent Transformer for Sustainable Networks;
- participation in the European project "Pulsarplane: worldwide air transport operations" whose objective was to investigate the impact on aviation of navigation systems using pulsars.

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:

Para a análise solicitada consideraram-se os dados relativos ao desemprego dos diplomados da DGEEC. Os dados mais recentes são relativos à situação em Junho de 2019 (Fonte: Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior – junho de 2019 – Tabela Geral)

O único curso congénere em Portugal é a Licenciatura em Engenharia Aeronáutica da Universidade da Beira Interior. Face ao total de diplomados entre 2010 e 2018, este curso apresentava em Junho de 2019 um desemprego de 0%. Refira-se que o actual o grau de licenciatura em Ciências de Engenharia – Engenharia Aerospacial, obtido ao atingir-se 180 ECTS do respectivo Mestrado em em funcionamento no IST apresenta, para as mesmas coortes e período, um desemprego residual de 0,1%.

O desempenho do curso actual ao nível de emprego é significativamente positivo e apresenta níveis de desemprego nulos ou residuais. Não há motivo para que o novo ciclo de estudos não mantenha esse mesmo desempenho positivo a nível de emprego.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

For the requested analysis, data on unemployment of DGEEC graduates were considered. The most recent data are for the situation in June 2019 (Source: Characterization of registered unemployed with higher education - June 2019 - General Table)

The only similar course in Portugal is the Degree in Aeronautical Engineering from the University of Beira Interior. In view of the total number of graduates between 2010 and 2018, this course had an unemployment rate of 0% in June 2019. It should be noted that the current degree in Engineering Sciences - Aerospacial Engineering, obtained upon reaching 180 ECTS of the respective Master's in operation at IST presents, for the same cohorts and period, a residual unemployment of 0.1% .

The current performance of the actual degree at the employment level is significantly positive and has zero or residual unemployment levels. There is no reason why the new cycle of studies should not maintain this same positive performance.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

É de esperar que a capacidade de atração de alunos do novo LEAer do IST venha a apresentar resultados semelhantes aos do MEAer atualmente em execução. Analisando os dados da DGES para as colocações do MEAer dos últimos 3 anos (2017/2018, 2018/2019, 2019/2020), o número de vagas (85-92) foi sempre completamente preenchido, sendo o número de candidatos sempre superior a 500, mais de 250 em 1ª opção. A nota mínima de seriação tem estado acima dos 18.8 valores, sendo a mais alta de todo o país para o mesmo nº de ordem de notas de seriação e mesmo a mais alta de todo os cursos universitárias do País em em dois dos três últimos anos.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

It is expected that the students attractiveness of the new LEAer from IST will be similar to the current MEAer. Analyzing DGES data for MEAer placements for the last 3 years (2017/2018, 2018/2019, 2019/2020), the number of vacancies (85-92) has always been completely filled, with the number of candidates always exceeding 500, more than 250 in 1st option. The minimum ranking grade has been above 18.8 /20, being the first top value across the country for the same serial number of ranking grades and even the highest entry mark of all college degrees in the country in two of the last

three years.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Os alunos do LEAer podem através da participação no Programa Almeida Garrett estudar durante um semestre numa outra Escola do Ensino Superior Português. O funcionamento deste Programa é, em muito, semelhante ao adotado pelo ERASMUS, envolvendo um acordo entre as instituições de Ensino Superior e o reconhecimento académico das UCs realizadas em mobilidade.

Além disso a colaboração com outras universidades públicas portuguesas inclui a coorientação conjunta de dissertações de mestrado e participações em júris.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

LEAer students can also study for a semester in another Portuguese School of higher education through the program Almeida Garrett. The operation of this program is very similar to that adopted by ERASMUS, involving an agreement between higher education institutions and academic recognition of UCs in mobility.

In addition, the collaboration with other public universities of Portugal includes the joint coorientation of dissertations and participation in juries.

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:

A proposta foi baseada no relatório CAMEPP, que teve como referência as seguintes universidades Europeias:

DTU, Technical University of Denmark, Dinamarca;

EPFL, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça;

ETH, Federal Institute of Technology of Zurich, Suíça;

KIT, Karlsruhe Institute of Technology, Alemanha;

KTH, Royal Institute of Technology, Suécia;

PoliMi, Politecnico di Milano, Itália;

PoliTo, Politecnico di Torino, Itália;

TU Delft, Technical University of Delft, Holanda;

TU/e, Technical University of Eindhoven, Holanda;

UPCatalunya, Universidade Politécnica da Catalunha, Espanha;

UPMadrid, Universida de Politécnica de Madrid, Espanha.

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The proposal was based on the CAMEPP report, which had as reference the following European universities:

DTU, Technical University of Denmark, Dinamarca;

EPFL, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça;

ETH, Federal Institute of Technology of Zurich, Suíça;

KIT, Karlsruhe Institute of Technology, Alemanha;

KTH, Royal Institute of Technology, Suécia;

PoliMi, Politecnico di Milano, Itália;

PoliTo, Politecnico di Torino, Itália;

TU Delft, Technical University of Delft, Holanda;

TU/e, Technical University of Eindhoven, Holanda;

UPCatalunya, Universidade Politécnica da Catalunha, Espanha;

UPMadrid, Universida de Politécnica de Madrid, Espanha.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Como indicado no relatório CAMEPP (anexo B2), “considerou-se os objetivos de ensino veiculados nos termos de referência e que se consubstanciam nos objetivos definidos nas orientações EUR-ACE: conhecimento e compreensão; análise em engenharia; projeto de engenharia; investigação; prática de engenharia; capacidade de decisão; capacidade de comunicação e trabalho de equipa; aprendizagem ao longo da vida. Esta escolha de objetivos foi norteada pelo seu uso internacional em múltiplos contextos e por ser um referencial utilizado pela Ordem dos Engenheiros.”

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

As pointed out in the CAMEPP report (annex B2), “we considered the teaching objectives conveyed in the terms of reference and which are embodied in the objectives defined in the EUR-ACE guidelines: knowledge and understanding; engineering analysis; engineering design; investigation; engineering practice; decision-making ability; communication skills and teamwork; lifelong learning. This choice of objectives was guided by its international use in multiple contexts and by being a reference used by the Order of Engineers.”

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 - Protocolos de Cooperação

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

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

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).
<sem resposta>

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:
<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:
<no answer>

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).
<sem resposta>

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:

1. *Atratividade de excelentes alunos, entrando todos em 1ª opção*
2. *Formação sólida na área das ciências básicas e em ciências da engenharia*
3. *Capacidade de trabalho individual e em equipa*
4. *A maioria dos docentes é doutorada e com participação em projectos de ID*
5. *O corpo docente cobre as diversas áreas de especialização do ciclo de estudos*
6. *Facilidade nos contactos entre docentes e alunos*
7. *Estrutura departamental bem organizada*
8. *Estudos de avaliação de qualidade elaborados com regularidade pelo Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP), incluindo o seguimento dos alumni*
9. *Sistema Qualidade de Unidades Curriculares (QUC) com auditorias promovidas pelo Conselho Pedagógico*
10. *Sistema FENIX para uma gestão de informação integrada*
11. *Promoção de atividades extracurriculares relevantes por parte dos alunos*
12. *Centros de I&D nas áreas de conhecimento do curso com Excelente ou Muito Bom*
13. *Participação na rede CLUSTER*

12.1. Strengths:

1. *Attractiveness of excellent students, where the degree is their first option*
2. *Solid background in basic sciences and engineering sciences*
3. *Ability to work individually and in a team*
4. *The majority of teachers have a PhD and have participated in R&D projects*
5. *The faculty covers the various areas of specialization in the study cycle*
6. *Ease of contacts between teachers and students*
7. *Well-organized departmental structure*
8. *Quality assessment studies prepared regularly by the Studies and Planning Office (GEP), including the follow-up of alumni*
9. *Curricular Units Quality System (QUC) with audits promoted by the Pedagogical Council*
10. *FENIX system for integrated information management*
11. *Promotion of relevant extracurricular activities by students*
12. *R&D centers in the areas of knowledge of the course with classification Excellent or Very Good*
13. *Participation in the CLUSTER network*

12.2. Pontos fracos:

1. *Dificuldades em incluir uma componente experimental*
2. *Peso cada vez mais reduzido de professores que sejam, simultaneamente, profissionais de engenharia;*
3. *Número insuficiente de técnicos de laboratório qualificados.*
4. *Inexistência de um Departamento dedicado à eng. aeroespacial*
5. *Sobrecarga burocrática para os docentes*
6. *Falta de apoio de pessoal auxiliar à atividade de lecionação*
7. *Fraca assiduidade a aulas teóricas e de natureza formativa comparativamente às aulas de problemas*
8. *Reduzido impacto económico da investigação desenvolvida.*

12.2. Weaknesses:

1. *Difficulties in including an experimental component in the courses*
2. *Increasingly small percentage of professors who are simultaneously engineering professionals;*
3. *Insufficient number of qualified laboratory technicians.*
4. *No Department dedicated to eng. aerospace*
5. *Bureaucratic burden for teachers*
6. *Lack of support from auxiliary staff to the teaching activity*
7. *Poor attendance to theoretical and formative classes compared to problem classes*
8. *Low economic impact of the research carried out.*

12.3. Oportunidades:

1. *Possibilidades de os licenciados aeroespaciais desenvolverem trabalho em áreas emergentes*
2. *Necessidade crescente de profissionais nas áreas relacionadas*

3. Mercado profissional global**4. Transferência de tecnologia para a sociedade via realização de projetos em ambiente empresarial****5. Escassez de profissionais nas áreas de aeronáutica e espaço a nível nacional e europeu;****6. Mobilização dos alumni ocupando posições relevantes em empresas e em associações profissionais no lançamento de atividades associadas ao IST****12.3. Opportunities:****1. Possibilities for aerospace graduates to develop work in emerging areas****2. Increasing need for professionals in related areas****3. Global professional market****4. Technology transfer to society via projects in a business environment****5. Shortage of professionals in aeronautics and space at national and European level;****6. Mobilization of alumni to occupy relevant positions in companies and professional associations in the launch of activities associated with IST****12.4. Constrangimentos:****1. Dificuldade de dar seguimento a políticas de garantia de qualidade quando os titulares dos cargos de coordenação e gestão são substituídos;****2. Dificuldade de renovação do corpo docente e não-docente****3. Dificuldade de encontrar e contratar técnicos de qualidade, nomeadamente para apoio aos laboratórios;****4. Diminuição de oportunidades de financiamento****12.4. Threats:****1. Difficulty in following up on quality assurance policies when the holders of coordination and management positions are replaced;****2. Difficulty in renewing the teaching and non-teaching staff****3. Difficulty in finding and hiring quality technicians, namely to support laboratories;****4. Decrease in funding opportunities****12.5. Conclusões:**

A licenciatura em engenharia aeroespacial com início em 2021 terá na sua génese o 1º ciclo do mestrado integrado em engenharia aeroespacial, criado em 1991 com um numerus clausus de 35 e que foi aumentando até aos 85 actuais com nota mínima de entrada sempre crescente; esta foi desde o início a mais alta de todas as engenharias em Portugal e recentemente a mais alta de todos os cursos universitários. A licenciatura em engenharia aeroespacial empenha-se em desenvolver ao máximo o potencial de todos os alunos que nele ingressam.

Uma das alterações mais importantes relativamente ao curso atual é a introdução de uma UC de projeto integrador no final da licenciatura em engenharia aeroespacial. Esta UC foi concebida de uma maneira bastante flexível de modo a poder ser realizada através de um trabalho em empresa ou numa unidade de investigação, através da realização de um projeto capstone (projecto conceptual de um veículo aeroespacial), através da creditação de atividades extracurriculares ou através da oferta de projetos de integração de conhecimentos adquiridos nas UCs do 1º ciclo baseados numa filosofia de project-based learning.

A licenciatura em engenharia aeroespacial tem vários factores de atractividade:

- ensino de qualidade que visa desenvolver plenamente o potencial dos alunos que ingressam com as notas mais elevadas do ensino superior;

- formação de base interdisciplinar de qualidade;

- acesso a laboratórios especializados incluindo o de aeronáutica, e a meios computacionais e projectos dedicados a alunos como o nanosat;

- corpo docente com actividade de alto nível em investigação capaz de orientar teses de mestrado e doutoramento em vários domínios;

- empregabilidade total em Portugal e no estrangeiro no sector aeronáutico, espacial, consultoria e outros.

A engenharia aeroespacial é extremamente interdisciplinar, fornecendo um espectro largo de competências com uma vasta gama de procura no mercado de emprego.

12.5. Conclusions:

The degree in aerospace engineering starting in 2021 will have in its genesis the 1st cycle of the integrated master's degree in aerospace engineering, created in 1991 with a numerus clausus of 35 and which has been increasing to the current 85 with a minimum entry note ever increasing; this was from the beginning the highest minimum entry note of all engineering in Portugal and recently the highest of all university courses. The degree in aerospace engineering strives to fully develop the potential of all students who enter it.

One of the most important changes in relation to the current course is the introduction of a Capstone Project in Aerospace Design course at the end of the degree in aerospace engineering. This course was conceived in a very flexible way in order to be carried out through work in a company or in a research unit, through the realization of a capstone project (conceptual project of an aerospace vehicle), through the accreditation of extracurricular activities or by offering knowledge integration projects acquired in the 1st cycle UCs based on a project-based learning philosophy.

The degree in aerospace engineering has several factors of attractiveness:

- quality education that aims to fully develop the potential of students who enter with the highest marks in higher education;***
- quality interdisciplinary training;***
- access to specialized laboratories, including aeronautics, and to computational means and projects dedicated to students such as nanosat;***
- faculty with a high level of research activity capable of guiding master's and doctoral theses in various fields;***
- full employability in Portugal and abroad in the aeronautical, space, consulting and other sectors.***

Aerospace engineering is extremely interdisciplinary, providing a broad spectrum of skills with a wide range of demand in the job market.