

NCE/21/2100253 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL)

1.1.a. Outras Instituições de Ensino Superior (em associação) (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

1.1.b. Outras Instituições de Ensino Superior (estrangeiras, em associação) (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

1.1.c. Outras Instituições (em cooperação) (Lei n.º 62/2007, de 10 de setembro ou Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto):

<sem resposta>

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

ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL)

1.2.a. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação). (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

1.2.b. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação com IES estrangeiras). (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

<sem resposta>

1.2.c. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, empresas, etc.) (proposta em cooperação). (Lei n.º 62/2007, de 10 de setembro ou Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto):

<sem resposta>

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Matemática Aplicada à Transformação Digital

1.3. Study programme:

Mathematics Applied to Digital Transformation

1.4. Grau:

Licenciado

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

460 - Matemática e Estatística

1.5. Main scientific area of the study programme:

460 - Mathematics and Statistics

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

460

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:

480

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:

310

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, com a redação do DL n.º 65/2018):

3 anos (6 semestres)

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

3 years (6 semesters)

1.9. Número máximo de admissões proposto:

70

1.10. Condições específicas de ingresso (art.º 3 DL-74/2006, na redação dada pelo DL-65/2018).

Um dos seguintes conjuntos:

Matemática A (19) OU

Matemática A (19) e Economia (04) OU

Matemática A (19) e Português (18)

1.10. Specific entry requirements (article 3, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018).

One of the following sets:

Mathematics A (19) OR

Mathematics A (19) and Economics (04) OR

Mathematics A (19) and Portuguese (18)

1.11. Regime de funcionamento.

Outros

1.11.1. Se outro, especifique:

Diurno & Pós-laboral

1.11.1. If other, specify:

Daytime & Evening

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Os novos ciclos de estudos estão associados ao projeto de criação da nova Escola de Tecnologias Digitais em Sintra, estando projetada a construção de um edifício para acolher a nova escola num terreno cedido pela Câmara Municipal de Sintra. O projeto de arquitetura elaborado contempla uma área total de construção capaz de acolher pelo menos 3.000 estudantes e caracteriza-se por uma grande inovação nas soluções que adota para a organização funcional dos seus espaços.

Enquanto o novo edifício não tiver a sua construção concluída, o Iscte dinamizará a oferta formativa proposta nas instalações da Startup Sintra, permitindo que os novos ciclos de estudos arranquem já em 2022. Essas instalações reúnem as condições necessárias para acolher os ciclos de estudos propostos, com elevadas condições pedagógicas. Estas instalações acolheram em 2020 e 2021 grande parte dos cursos promovidos pelo Iscte no âmbito do programa UpSkills, abrangendo um total de cerca de 200 estudantes.

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

The new study cycles are associated with the project to create the new School of Digital Technologies in Sintra. The

construction of a building is planned to house the new School, on land provided by the Sintra Town Hall. The architectural project considers a total construction area capable of accommodating at least 3,000 students. It is also characterised by great innovation in the solutions adopted for the functional organisation of spaces. While the new building is not completed, the proposed training offer can be run in the premises of Startup Sintra. This allows the new study cycles to start in 2022. These facilities meet the necessary conditions to host the proposed study cycles with high pedagogical conditions. In 2020 and 2021, these facilities hosted most of the courses Iscte promoted under the UpSkills programme, a total of around 200 students.

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

[1.13._Iscte_RegulamentoCreditacoes_Draft-2021.pdf](#)

1.14. Observações:

A Escola Iscte-Sintra foi pensada como uma Escola de Tecnologias Digitais – tecnologias e sistemas de informação – abrindo um espaço de formação pluridisciplinar de base tecnológica que combina em novos equilíbrios:

- › *formação básica em ciências exatas;*
- › *formação em tecnologias digitais;*
- › *formação em compreensão dos contextos de aplicação, económicos, sociais e organizacionais.*

Os desafios da transição tecnológica digital exigem uma multiplicidade de perfis profissionais que não se esgotam na formação clássica em engenharia (informática e de telecomunicações) orientada sobretudo para o desenvolvimento de tecnologias e sistemas tecnológicos.

Um dos perfis profissionais requerido é justamente o de uma formação em tecnologias aplicadas orientados sobretudo para a resolução dos problemas resultantes dos processos de aplicação, concretização e utilização de tecnologias digitais.

As instituições de diferentes sectores de atividade, nos processos de transição digital (ou de aprofundamento do uso de tecnologias digitais), enfrentam problemas que podemos sintetizar nos seguintes tipos:

- › *customização de aplicações, ou seja, partindo de aplicações estandardizadas, desenvolver soluções adequadas às especificidades sectoriais ou organizacionais;*
- › *interoperabilidade de sistemas e equipamentos, de diferentes idades, linguagens e distribuídos em rede;*
- › *vulnerabilidade e resiliência de sistemas e de dados.*

Os planos de estudo desenhados para os cursos de licenciatura da Escola de Tecnologias Digitais propõem um novo equilíbrio entre os conhecimentos básicos (que permitem continuar a aprender, a identificar problemas e soluções), os conhecimentos tecnológicos aplicados (especificidade de equipamentos e aplicações, diferentes linguagens informáticas, etc.), e os conhecimentos sobre contextos de aplicação (especificidades sectoriais e organizacionais, bem como dos desafios sociais).

No que respeita às competências básicas em matemática, cálculo, estatística e análise de dados, as unidades curriculares são organizadas de forma integrada, calibrada e adequada às exigências de cada um dos currículos.

Do ponto de vista pedagógico e do processo de aprendizagem, os cursos têm em comum uma abordagem centrada em problemas e casos de estudo, desenvolvidos em contexto laboratorial (unidades curriculares de projeto).

Os planos de estudo resultaram de um processo de formalização dos conhecimentos e competências requeridos na resolução de problemas concretos identificados numa interação entre docentes das várias áreas disciplinares (das ciências e tecnologias de informação e comunicação, ciências sociais e humanas, economia e gestão de empresas, de ciências da saúde e da educação) e mais de 120 entidades empregadoras, públicas e privadas, de diversos sectores de atividade, com as quais foram estabelecidos protocolos de colaboração que permitirão prolongar esta interação através da organização de projetos e estágios.

1.14. Observations:

The Iscte-Sintra School was conceived as a School of Digital Technologies - information technologies and systems.

This opens a space for technology-based multidisciplinary training based on new balances between:

- › *basic training in exact sciences;*
- › *training in digital technologies;*
- › *training in understanding the application, economic, social and organisational contexts.*

The challenges of the digital technological transition require a multiplicity of professional profiles that are not limited to the classic training in engineering (computer and telecommunications) oriented mainly to the development of technologies and technological systems.

One of the professional profiles required is precisely that of a training in applied technologies oriented mainly to solving the problems resulting from the processes of application, implementation and use of digital technologies. Institutions from different activity sectors, in the processes of digital transition (or of deepening the use of digital technologies), face problems that we can summarize in the following types:

- › *customisation of applications, i.e., starting from standardised applications to develop appropriate solutions to sectoral or organisational specificities;*
- › *interoperability of systems and equipment of different ages, languages and distributed in network;*
- › *vulnerability and resilience of systems and data.*

The study plans designed for the undergraduate programmes of the School of Digital Technologies propose a new balance between basic knowledge (which allow continuous learning, problem solving and identification), applied technological knowledge (specificity of equipment and applications, different computer languages, etc.), and knowledge about application contexts (sectorial and organisational specificities, as well as societal challenges).

With regard to basic competences in mathematics, calculus, statistics and data analysis, the curricular units are

organised in an integrated manner, calibrated and appropriate to the requirements of each syllabus. From the point of view of the pedagogical and learning processes, all programmes have a problem and case-study centred approach, developed in a laboratorial context (curricular units of 'Project'). The study plans are the result of a process of formalising knowledge and competences required to solve concrete problems, which were identified by faculty members of different disciplinary areas (from information and communication sciences and technologies, social sciences and humanities, economy and business management, to health sciences and education) and more than 120 public and private employers of different activity sectors. Iscte has established collaboration protocols with these employers, and that will make possible to prolong the interaction through projects and internships.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Reitora do Iscte

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitora do Iscte

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

[2.1.2._despacho_no_56_2021_-_criacao_licenciatura_matematica_aplicada_a_transformacao_digital.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico do Iscte

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico do Iscte

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

[2.1.2._DeliberacaoCC-Iscte_LicMatematicaAplicadaTecnologiasDigitais.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico do Iscte

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico do Iscte

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

[2.1.2._DeliberacaoCP-Iscte_LicMatematicaAplicadaTecnologiasDigitais.pdf](#)

Mapa I - Apresentação do projeto da nova Escola Iscte-Sintra

2.1.1. Órgão ouvido:

Apresentação do projeto da nova Escola Iscte-Sintra

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

[2.1.2._2.1_ApresentacaoProjetoEscola.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:

O Programa Curricular (PCurr) destina-se a quem quer aplicar ideias e técnicas de modelação matemática e computacional a situações e problemas maioritariamente colocados por outras áreas.

O PCurr fornece as bases teóricas e as competências quantitativas e computacionais de que um profissional em matemática aplicada necessita para intervir, de forma criativa e eficiente, na resolução de problemas que surgem naturalmente em processos de transformação digital na atual fase de transição digital.

Centrado no ensino de métodos e modelos matemáticos para resolução de problemas, o PCurr contempla ainda uma abordagem constante de técnicas computacionais que apoiam as metodologias de resolução matemática. Dada a forte ligação entre a matemática aplicada e a matemática computacional, por serem muitos e frequentes os problemas onde

uma solução analítica exata é inacessível, este PCurr é um exigente compromisso entre estes dois campos da matemática, com forte presença de algoritmia e simulação.

3.1. The study programme's generic objectives:

The curricular programme(PCurr) is aimed at those who want to apply mathematical and computational modelling ideas and techniques to situations and problems mainly posed by other areas.

The PCurr provides the theoretical basis and quantitative and computational skills that a professional in applied mathematics needs in order to intervene, creatively and efficiently, in solving problems that arise naturally in digital transformation processes in the current phase of digital transition.

Focused on the teaching of mathematical methods and models for problem solving, the PCurr also includes a constant approach to computational techniques that support mathematical solving methodologies. Given the strong connection between applied mathematics and computational mathematics, since there are many and frequent problems where an exact analytical solution is inaccessible, this PCurr is a demanding compromise between these two fields of mathematics, with a strong presence of algorithmics and simulation.

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

O estudante adquire um conhecimento rigoroso e uma compreensão alargada da linguagem, dos conceitos e das técnicas da matemática para descrever, modelar e solucionar situações práticas, bem como um domínio consistente das competências matemáticas e computacionais associadas. Para além de capacidades na resolução de problemas, adquirirá competências em modelação, em análise de dados e de informação e no desenho de algoritmos e experiências de simulação. Pensamento crítico e competências de comunicação e de trabalho em equipa complementam o perfil do licenciado de modo a torná-lo um bom candidato para intervir em diversificadas áreas de aplicação. A forte formação em matemática vai dotar o licenciado da suficiente flexibilidade de raciocínio analítico e da capacidade de adaptação que lhe permite atuar na maioria das áreas onde a transformação digital é urgente, sem ficar restrito a uma área específica.

Em Observações (4.7) são ainda pormenorizados os objetivos de aprendizagem indicados.

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

The student will obtain a rigorous knowledge and broad understanding of the language, concepts and techniques of mathematics to describe, shape and solve relevant practical situations, as well as a consistent command of the associated mathematical and computational skills. In addition to problem-solving skills, students will acquire skills in modelling, data and information analysis, and in designing algorithms and simulation experiments. Critical thinking, communication and teamwork skills complement the graduates' profile in order to make them good candidates to intervene in diversified areas of application. The strong background in mathematics will endow graduates with sufficient flexibility in analytical reasoning and ability to adapt to most areas where digital transformation is urgent, without being restricted to a specific area.

In Remarks (4.7) the stated learning objectives are further detailed.

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

A Escola Iscte-Sintra será a quinta escola do Iscte, vocacionada para o ensino em tecnologias digitais aplicadas a diferentes sectores e contextos organizacionais, tendo enquadrado no Plano Estratégico para 2018-2022 e propondo-se uma organização e funcionamento semelhante às escolas já existentes.

No seu Plano Estratégico 2018-2022, o Iscte, definiu entre outros os seguintes objetivos de desenvolvimento:

› *A promoção do ensino e da investigação interdisciplinar e interdepartamental, para responder aos desafios sociais, potenciando uma das suas características distintivas no panorama de ensino superior: reunir no seu campus 4 escolas com mais de 20 áreas disciplinares, das ciências sociais humanas e das tecnologias;*

› *A melhoria das condições de atratividade e integração de novos estudantes, adultos e jovens estrangeiros, bem como as condições de sucesso académico sobretudo dos estudantes de licenciatura;*

› *O aprofundamento de uma vocação metropolitana e cosmopolita, através da relação de proximidade com os municípios da AML, designadamente com os municípios da coroa Norte (Sintra, Amadora, Odivelas, Mafra, Vila Franca de Xira e Loures), contribuindo para a qualificação e desenvolvimento destes territórios.*

Em grande medida, estes objetivos representam os pilares estratégicos em que se enquadra a criação da nova escola localizada em Sintra e vocacionada para o ensino de Tecnologias Digitais.

Em primeiro lugar, a resposta aos desafios sociais, designadamente o da transformação digital, com o robustecimento da oferta de formação transdisciplinar em tecnologias digitais.

Em segundo lugar, a afirmação da dimensão interdisciplinar das aprendizagens, da ótica colaborativa nas dinâmicas de ensino, de investigação e inovação nos métodos pedagógicos e nos planos curriculares.

Em terceiro lugar, a perspetiva de parceria com os territórios, designadamente os que enquadram a sua principal rede de mobilização de formandos e de articulação institucional, constituindo-se o Iscte como parceiro ativo das suas estratégias de desenvolvimento. Complementarmente, a diversidade de áreas de formação do Iscte (economia e gestão, psicologia, antropologia, história, sociologia, administração e políticas públicas, arquitetura, engenharia de telecomunicações e de informática) é um recurso fundamental e garantia da afirmação de uma perspetiva interdisciplinar e de aplicação sectorial e/ou organizacional, capaz de promover o ensino e a aprendizagem numa ótica de valorização da interação entre tecnologia e sociedade.

Completa ainda esta perspetiva estratégica a importância de continuar a desenvolver e consolidar medidas visando a melhoria significativa da capacidade de atração, integração e sucesso dos estudantes, contribuindo para que a oferta formativa dê resposta aos desafios do aumento da qualificação dos portugueses e da aprendizagem ao longo da vida.

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:

The Iscte-Sintra School will be the fifth school of Iscte. It will be dedicated to the teaching of digital technologies applied to different sectors and organisational contexts, framed within the Strategic Plan for 2018-2022. It proposed an organisation and functioning similar to that of the existing schools.

In its Strategic Plan 2018-2022, amongst other aspects, Iscte defined the following development goals:

› **The promotion of interdisciplinary and interdepartmental teaching and research to meet current societal challenges, and therefore fostering one of Iscte's distinctive features in the higher education panorama: to have on campus the 4 schools and more than 20 subject areas, from social and human sciences to technologies;**

› **The improvement of the attractiveness and integration of new students, foreign adults and young people, as well as the conditions of academic success, especially of students in undergraduate programmes;**

› **The deepening of a metropolitan and cosmopolitan vocation, through relations of proximity with municipalities of Lisbon Metropolitan Area (AML), particularly with the municipalities of the northern crown (Sintra, Amadora, Odivelas, Mafra, Vila Franca de Xira and Loures), contributing to the qualification and development of these territories.**

To a large extent, these goals represent the strategic pillars that frame the creation of the new school located in Sintra specifically directed at the teaching of Digital Technologies.

In the first place, the response to societal challenges, namely that of digital transformation, strengthening the offer of transdisciplinary training in digital technologies.

In the second place, the assertion of the interdisciplinary dimension of learning, the collaborative standpoint in the teaching and research dynamics, and innovation in the pedagogical methods and curricular plans.

In the third place, the perspective of partnership with the territories, particularly those falling within its main student mobilisation network, and institutional articulation, with Iscte being an active partner of their development strategies. In complement to this, the diversity of Iscte's training areas (economics and management, psychology, anthropology, history, sociology, administration and public policies, architecture, telecommunications and computer engineering) is a fundamental resource assuring the assertion of an interdisciplinary outlook with sectoral and/or organisational application, able to promote teaching and learning with a view to enhancing the value of the interaction between technology and society.

This strategic vision is further enriched by the importance given to the continuous development and consolidation of measures aimed at significantly improving its capacity to attract, integrate and ensure the success of the students, contributing so that the training offer responds to the challenges of increasing the qualification of the Portuguese and of lifelong learning.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) * / Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura *	Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization
Ramo em Aprendizagem Digital	Branch in Digital Learning
Ramo em Ciência de Dados	Branch in Data Science
Ramo em Cibersegurança	Branch in Cybersecurity
Ramo em Dados em Redes	Branch in Data in Networks
Ramo em Gestão e Inovação de Produto	Branch in Product Innovation and Management
Ramo em Realidade Virtual e Aumentada	Branch in Virtual and Augmented Reality

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

Mapa II - Ramo em Aprendizagem Digital

4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de

estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:***Ramo em Aprendizagem Digital*****4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)******Branch in Digital Learning*****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
460 - Matemática e estatística / 460 - Mathematics and Statistics	460	102	0	
480 - Informática / 480 - Computer Science	480	30	0	
310 - Ciências sociais e do comportamento / 310 - Behavioural and Social Sciences	310	18	0	
142 - Ciências da educação / 142 - Education Sciences	142	18	0	
340 - Ciências empresariais / 340 - Business Sciences	340	6	0	
Não especificada / Not specified	n.e. / n.s.	0	6	
(6 Items)		174	6	

Mapa II - Ramo em Ciência de Dados**4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:*****Ramo em Ciência de Dados*****4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)******Branch in Data Science*****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
460 - Matemática e estatística / 460 - Mathematics and Statistics	460	114	0	
480 - Informática / 480 - Computer Science	480	36	0	
310 - Ciências sociais e do comportamento / 310 - Behavioural and Social Sciences	310	18	0	
340 - Ciências empresariais / 340 - Business Sciences	340	6	0	
Não especificada / Not specified	n.e. / n.s.	0	6	
(5 Items)		174	6	

Mapa II - Ramo em Cibersegurança**4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:*****Ramo em Cibersegurança*****4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)******Branch in Cybersecurity***

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
460 - Matemática e estatística / 460 - Mathematics and Statistics	460	102	0	
480 - Informática / 480 - Computer Science	480	36	0	
310 - Ciências sociais e do comportamento / 310 - Behavioural and Social Sciences	310	30	0	
340 - Ciências empresariais / 340 - Business Sciences	340	6	0	
Não especificada / Not specified	n.e. / n.s.	0	6	
(5 Items)		174	6	

Mapa II - Ramo em Dados em Redes

4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Ramo em Dados em Redes

4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Branch in Data in Networks

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
460 - Matemática e estatística / 460 - Mathematics and Statistics	460	120	0	
480 - Informática / 480 - Computer Science	480	30	0	
310 - Ciências sociais e do comportamento / 310 - Behavioural and Social Sciences	310	18	0	
340 - Ciências empresariais / 340 - Business Sciences	340	6	0	
Não especificada / Not specified	n.e. / n.s.	0	6	
(5 Items)		174	6	

Mapa II - Ramo em Gestão e Inovação de Produto

4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Ramo em Gestão e Inovação de Produto

4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Branch in Product Innovation and Management

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
460 - Matemática e estatística / 460 - Mathematics and Statistics	460	102	0	

480 - Informática / 480 - Computer Science	480	30	0
310 - Ciências sociais e do comportamento / 310 - Behavioural and Social Sciences	310	24	0
340 - Ciências empresariais / 340 - Business Sciences	340	18	0
Não especificada / Not specified	n.e. / n.s.	0	6
(5 Items)		174	6

Mapa II - Ramo Realidade Virtual e Aumentada

4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Ramo Realidade Virtual e Aumentada

4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Branch in Virtual and Augmented Reality

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
460 - Matemática e estatística / 460 - Mathematics and Statistics	460	102	0	
480 - Informática / 480 - Computer Science	480	48	0	
310 - Ciências sociais e do comportamento / 310 - Behavioural and Social Sciences	310	18	0	
340 - Ciências empresariais / 340 - Business Sciences	340	6	0	
Não especificada / Not specified	n.e. / n.s.	0	6	
(5 Items)		174	6	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - Tronco Comum - 1.º ano - 1.º semestre / 1st year - 1st semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Tronco Comum

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Common Branch

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1.º ano - 1.º semestre / 1st year - 1st semester

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 Opcional	Observações / Observations
Álgebra Linear e Aplicações / Linear Algebra and Applications	460	Semestral / Semester	150	TP-33; PL-3; OT-1;	6	

Cálculo a uma Variável / Single Variable Calculus	460	Semestral / Semester	150	TP-33; PL-3; OT-1;	6		
Optativa em Competências Transversais / Optional Course in Transversal Skills	n.e. / n.s.	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	1	Tempo médio de contacto - Lista definida anualmente / Medium contact hours - List defined annually
Fundamentos de Programação / Programming Fundamentals	480	Semestral / Semester	150	T-12; TP-12; PL-12; OT-1;	6		
Trabalho e Emprego na Sociedade Digital / Work and Employment in the Digital Society	310	Semestral / Semester	150	T-18; TP-18; OT-1;	6		

(5 Items)

Mapa III - Tronco Comum - 1.º ano - 2.º semestre / 1st year - 2nd semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Tronco Comum

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Common Branch

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1.º ano - 2.º semestre / 1st year - 2nd semester

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 Opcional	Observações / Observations
Algoritmia e Estrutura de Dados / Algorithms and Data Structures	480	Semestral / Semester	150	TP-15; PL-21; OT-1;	6	
Álgebra Linear Numérica / Numerical Linear Algebra	460	Semestral / Semester	150	TP-18; PL-18; OT-1;	6	
Cálculo a Múltiplas Variáveis / Multivariable Calculus	460	Semestral / Semester	150	TP-33; PL-3; OT-1;	6	
Introdução às Probabilidades e Estatística / Introduction to Probabilities and Statistics	460	Semestral / Semester	150	TP-24; PL-12; OT-1;	6	
Projeto em Tecnologias Digitais I / Project in Digital Technologies I	460	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	

(5 Items)

Mapa III - Tronco Comum - 2.º ano - 1.º semestre / 2nd year - 1st semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Tronco Comum

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Common Branch

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.º ano - 1.º semestre / 2nd year - 1st semester

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 Opcional	Observações / Observations
Bases de Dados e Gestão de Informação / Database and Information Management	480	Semestral / Semester	150	TP-12; PL-24; OT-1;	6	
Análise Numérica / Numerical Analysis	460	Semestral / Semester	150	TP-18; PL-18; OT-1;	6	
Otimização Matemática / Mathematical Optimization	460	Semestral / Semester	150	TP-21; PL-15; OT-1;	6	
Projeto em Tecnologias Digitais II / Project in Digital Technologies II	460	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	
Gestão da Transformação Digital / Managing Digital Transformation	310	Semestral / Semester	150	T-12; TP-24; OT-1;	6	

(5 Items)**Mapa III - Tronco Comum - 2.º ano - 2.º semestre / 2nd year - 2nd semester**

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Tronco Comum

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Common Branch

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

*2.º ano - 2.º semestre / 2nd year - 2nd semester***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 Opcional	Observações / Observations
Fundamentos de Análise de Dados / Principles of Data Analysis	460	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	
Grafos e Redes em Logística / Graphs and Networks in Logistics	460	Semestral / Semester	150	TP-15; PL-21; OT-1;	6	
Modelação Financeira / Financial Modelling	460	Semestral / Semester	150	TP-30; PL-6; OT-1;	6	
Aprendizagem Automática e Complexidade Algorítmica / Machine Learning and Algorithmic Complexity	480	Semestral / Semester	150	TP-12; PL-24; OT-1;	6	
Projeto em Tecnologias Digitais III / Project in Digital Technologies III	460	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	

(5 Items)**Mapa III - Tronco Comum - 3.º ano - 1.º semestre / 3rd year - 1st semester**

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Tronco Comum

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Common Branch

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º ano - 1.º semestre / 3rd year - 1st semester**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 Opcional	Observações / Observations
Introdução ao Controlo de Gestão / Introduction to Management Control	340	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	
Processos Estocásticos e Simulação / Stochastic Processes and Simulation	460	Semestral / Semester	150	TP-21; PL-15; OT-1;	6	
Tomada de Decisão Apoiada em Dados / Data-driven decision making	460	Semestral / Semester	150	TP-18; PL-18; OT-1;	6	
Projeto em Tecnologias Digitais IV / Project in Digital Technologies IV	460	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	
Tecnologia e Sociedade / Technology and Society	310	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	

(5 Items)

Mapa III - Tronco Comum - 3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Tronco Comum

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Common Branch

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester**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 Opcional	Observações / Observations
Unidade Curricular de Ramo / Branch Curricular Unit	142/310 /340/460/480	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	Tempo médio de contacto / Medium contact hours
Unidade Curricular de Ramo / Branch Curricular Unit	142/310 /340/460/480	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	Tempo médio de contacto / Medium contact hours
Unidade Curricular de Ramo / Branch Curricular Unit	142/310 /340/460/480	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	Tempo médio de contacto / Medium contact hours
Unidade Curricular de Ramo / Branch Curricular Unit	142/310 /340/460/480	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	Tempo médio de contacto / Medium contact hours
Projeto em Tecnologias Digitais V / Project in Digital Technologies V	460	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	

(5 Items)

Mapa III - Ramo em Aprendizagem Digital - 3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Ramo em Aprendizagem Digital

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Branch in Digital Learning

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

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 Opcional	Observações / Observations
Aplicação de Inteligência Artificial na Educação / Artificial Intelligence applied to education	480	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	
Engenharia da Formação e Aprendizagem Online / Engineering of Training and Online Learning	142	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	
Ensino com Tecnologia / Teaching with Technology	142	Semestral / Semester	150	TP-16; PL-20; OT-1;	6	
Inclusão e Acessibilidade / Inclusion and Accessibility	142	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	

(4 Items)

Mapa III - Ramo em Ciência de Dados - 3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Ramo em Ciência de Dados

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Branch in Data Science

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

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 Opcional	Observações / Observations
Aprendizagem Automática Não Supervisionada / Unsupervised Machine Learning	460	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	
Big Data / Big Data	480	Semestral / Semester	150	TP-15; PL-21; OT-1;	6	
Aprendizagem Automática Supervisionada / Supervised Machine Learning	460	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	
Text Mining / Text Mining	480	Semestral / Semester	150	T-12; TP-24; OT-1;	6	

(4 Items)

Mapa III - Ramo em Cibersegurança - 3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Ramo em Cibersegurança

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Branch in Cybersecurity

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

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 Opcional	Observações / Observations
Análise de Software Malicioso / Malware Analysis	480	Semestral / Semester	150	T-12; TP-12; PL-12; OT-1;	6	
Segurança em Hardware / Hardware Security	480	Semestral / Semester	150	T-12; TP-12; PL-12; OT-1;	6	
Desenvolvimento de Cenários e Exercícios de Gestão de Crises no Ciberespaço / Dev of Scenarios and Exer. of Crisis Mgmt in CY	310	Semestral / Semester	150	T-12; TP-12; PL-12; OT-1;	6	
Guerra da Informação / Information War	310	Semestral / Semester	150	TP-15; PL-21; OT-1;	6	

(4 Items)

Mapa III - Ramo em Gestão e Inovação de Produto - 3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Ramo em Gestão e Inovação de Produto

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Branch in Product Innovation and Management

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

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 Opcional	Observações / Observations
Desenvolvimento e Gestão de Produto / Product Development and Management	340	Semestral / Semester	150	TP-24; PL-12; OT-1;	6	
Inovação e Empreendedorismo / Entrepreneurship and Innovation	340	Semestral / Semester	150	TP-24; PL-12; OT-1;	6	
Laboratórios de Prototipagem Digital / Digital Prototyping Laboratories	480	Semestral / Semester	150	TP-15; PL-21; OT-1;	6	
Sistema de Inovação e Políticas Públicas / Innovation Systems and Public Policies	310	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	

(4 Items)

Mapa III - Ramo em Dados em Redes - 3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Ramo em Dados em Redes

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Branch in Data in Networks

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

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 Opcional	Observações / Observations
Difusão de Informação e Processos de Contágio / Information Spreading and Contagion Processes	480	Semestral / Semester	150	TP-15; PL-21; OT-1;	6	
Otimização de Problemas em Rede / Network Optimization	460	Semestral / Semester	150	TP-18; PL-18; OT-1;	6	
Modelação e Simulação em Dinâmica de Redes / Modelling and Simulation in Network Dynamics	460	Semestral / Semester	150	TP-36; OT-1;	6	
Teoria da Informação / Information Theory	460	Semestral / Semester	150	TP-24; PL-12; OT-1;	6	

(4 Items)

Mapa III - Ramo em Realidade Virtual e Aumentada - 3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Ramo em Realidade Virtual e Aumentada

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Branch in Virtual and Augmented Reality

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º ano - 2.º semestre / 3rd year - 2nd semester

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 Opcional	Observações / Observations
Experiência de Utilizador e Design Interativo / User Experience and Interactive Design	480	Semestral / Semester	150	TP-12; PL-21; S-3; OT-1;	6	
Modelação 3D e Criação de Conteúdos Digitais / 3D Modelling and Digital Content Creation	480	Semestral / Semester	150	TP-9; PL-24; S-3; OT-1;	6	
Programação de Mundos Aumentados / Augmented Worlds Programming	480	Semestral / Semester	150	TP-12; PL-21; S-3; OT-1;	6	
Programação de Mundos Virtuais / Virtual Worlds Programming	480	Semestral / Semester	150	TP-12; PL-21; S-3; OT-1;	6	

(4 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Álgebra Linear e Aplicações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Álgebra Linear e Aplicações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Linear Algebra and Applications

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=33; PL=3; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1 Compreender os conceitos de espaço vetorial real e de subespaço vetorial

OA2 Dominar a linguagem dos vetores e das matrizes e realizar operações

OA3 Classificar conjuntos de vetores quanto à independência linear

OA4 Obter sistemas de geradores, bases e a dimensão de espaços vetoriais

OA5 Obter as coordenadas de um vetor em bases distintas

OA6 Calcular determinantes, interpretar o seu valor e aplicar propriedades

OA7 Resolver sistemas lineares usando matrizes e identificar variáveis dependentes

OA8 Calcular valores e vetores próprios

OA9 Entender a definição de produto de números complexos como a operação entre vetores que permite em \mathbb{C} a estrutura de corpo e de espaço vetorial sobre \mathbb{R}

OA10 Obter a matriz de uma transformação linear em bases distintas e determinar os subespaços núcleo e imagem

OA11 Usar o Python (ou o MATLAB) como ferramenta de trabalho exploratório

OA12 Aplicar a teoria a problemas com contexto e adquirir competências e raciocínio para a sua formulação

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

LG1 Understand the concepts of real vector space and vector subspace

LG2 Dominate the language of vectors and matrices and perform operations

LG3 Classify sets of vectors in terms of linear independence

LG4 Obtain generator systems, bases and the dimension of vector spaces

LG5 Obtain the coordinates of a vector in different bases

LG6 Calculate determinants, interpret their value and apply properties.

LG7 Solve linear systems using matrices and identify dependent variables

LG8 Calculate eigenvalues and eigenvectors

LG9 Understand the definition of product of complex numbers as the operation between vectors that allows in \mathbb{C} the structure of field and vectorial space over \mathbb{R}

LG10 Obtain the matrix of a linear transformation in different bases and determine the kernel and image subspaces

LG11 Use Python (or MATLAB) as a tool for exploratory work

LG12 Apply theory to problems with context and acquire skills and reasoning for their formulation

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CP1 Estruturas algébricas. Corpos \mathbb{R} e \mathbb{C}

CP2 Espaços vetoriais. Combinação linear e independência. Conjunto gerador. Bases e dimensão

CP3 Subespaço vetorial. Intersecção e soma direta

CP4 Sistemas lineares. Álgebra de matrizes. Inversa

CP5 Característica e condensação de Gauss. Teorema de Rouché e dependência de variáveis

CP6 Matrizes elementares. Permutações. Determinante e propriedades

CP7 Menores complementares e adjunta. Fórmula de Laplace. Regra de Cramer

CP8 Operadores e transformações lineares (TLs). Imagem e núcleo. Similaridade. Mudança de base

CP9 TLs em computação gráfica: composta e transformações geométricas

CP10 Vetores e valores próprios (VVPs). Invariantes. Polinómio característico

CP11 Diagonalização de matrizes. Bloco de Jordan e forma canónica. Polinómio mínimo

CP12 VVPs em estabilidade de sist. dinâmicos lineares: equações às diferenças e potência de uma matriz, equações diferenciais e exponencial matricial, processos de Markov, modelos input-output e de Von Neumann

4.4.5. Syllabus:

PC1 Algebraic structures. \mathbb{R} and \mathbb{C} as fields

PC2 Vector spaces. Linear combination and independence. Generator set. Basis and dimension

PC3 Vector subspace. Intersection and direct sum

PC4 Linear systems. Matrix algebra. Inverse

PC5 Gaussian characteristic and condensation. Rouché's Theorem and dependence of variables

PC6 Elementary matrices. Permutations. Determinant and properties

PC7 Cofactor and adjoint matrix. Laplace's formula. Cramer's rule

PC8 Operators and linear transformations (TLs). Image and kernel. Similarity. Change of basis

PC9 TLs in computer graphics: composite and geometric transformations

PC10 Vectors and eigenvalues (VVPs). Invariants. Characteristic polynomial

PC11 Matrix diagonalization. Jordan block and canonical form. Minimum polynomial

PC12 VVPs in stability of linear dynamical systems: difference equations and power of a matrix, differential equations and matrix exponential, Markov processes, input-output and Von Neumann models.

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

OA1: CP2, CP3

OA2: de CP1 a CP12

OA3: CP2, CP3, CP5, CP8, CP10

OA4: CP2, CP3, CP5, CP8, CP10

OA5: CP2, CP3, CP5, CP8

OA6: CP6, CP7, CP10, CP11

OA7: CP4, CP5, CP7

OA8: CP10, CP11, CP12

OA9: CP1, CP2

OA10: CP8, CP9

OA11: de CP4 a CP12

OA12: CP10, CP12

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1: PC2, PC3

LG2: de PC1 a PC12

LG3: PC2, PC3, CP5, CP8, PC10

LG4: PC2, PC3, CP5, CP8, PC10

LG5: PC2, PC3, CP5, CP8

LG6: PC6, CP7, CP10, CP11

LG7: CP4, CP5, CP7

LG8: PC10, CP11, CP12

LG9: PC1, PC2

LG10: PC8, PC9
LG11: de PC4 a PC12
LG12: PC10, PC12

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

"Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

"Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: Teste 1 (40%) + Teste 2 (40%) + Trabalho prático em Python (ou MATLAB) (15%) + 2 mini-testes online (5%), ou

- Avaliação por Exame (85%), em qualquer uma das épocas de exame, onde o trabalho práticos (acima referido) mantém o peso de 15%.

Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

"
"

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- Periodic assessment: Test 1 (40%) + Test 2 (40%) + Practical work in Python (or MATLAB) (15%) + 2 online mini-tests (5%), or

- Assessment by Exam (85%), in any of the exam periods, where the practical work (mentioned above) maintains the weight of 15%.

All the elements of the assessment have a minimum score of 8 points (scale 1-20).

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1: de OA1 a OA12

MEA2: de OA1 a OA12

MEA3: de OA1 a OA12

MEA4: de OA1 a OA12

MEA4: de OA1 a OA12

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

Para fazer face ao número de horas de contacto, a metodologia de ensino-aprendizagem adotada inclui ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à lecionação e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1: from LG1 to LG12

LM2: from LG1 to LG12

LM3: from LG1 to LG12

LM4: from LG1 to LG12

LM5: from LG1 to LG12

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

To cope with the number of contact hours, the teaching-learning methodology adopted includes innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Lay C. D. (2015). *Linear Algebra and its Applications*. Addison Wesley. Pearson.
- Blyth T.S., Robertson E.F. (2002). *Basic Linear Algebra*. Springer.
- Lages E.L. (2015). *Geometria Analítica e Álgebra Linear*. Coleção Matemática Universitária. IMPA.
- Kong Q., Siauw T., M. Bayen A.M. (2021). *Python Programming and Numerical Methods: A Guide for Engineers and Scientists*. Elsevier Inc..
- Rossun G. (2018). *Python Tutorial Release 3.7.0*. Python Software Foundation.

Mapa IV - Cálculo a uma Variável**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Cálculo a uma Variável

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Single Variable Calculus

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=33; PL=3; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1 Entender a completude de \mathbb{R} e suas consequências

OA2 Aprofundar o conceito de função e a sua importância em modelação

OA3 Aprofundar o conceito de limite e a caracterização de funções contínuas através de sucessões

OA4 Obter aproximações de Taylor (várias ordens) e aplicá-las em problemas com contexto real

- OA5 Apreender os conceitos de sucessão e de série com vista às fórmulas de Taylor e somas de Riemann**
- OA6 Obter a função soma e domínio de convergência em séries de potências**
- OA7 Compreender a noção de partição e de integral como limite de somas de Riemann, e aplicar o teorema fundamental**
- OA8 Analisar o comportamento assintótico de funções e a evolução de sucessões quanto a monotonia, limitação e convergência**
- OA9 Aplicar os conceitos de derivada, sucessão, série e integral na resolução de problemas com contexto**
- OA10 Articular diferentes abordagens dos conteúdos: gráfica, numérica e algébrica**

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

- LG1 Understand the completeness of \mathbb{R} and consequences**
- LG2 Apprehend the concept of function and importance in modelling**
- LG3 Understand the concept of limit and the characterization of continuous functions through successions**
- LG4 Obtain Taylor approximations (several orders) and apply them in real context problems**
- LG5 Apprehend the concepts of succession and series in order to obtain Taylor formulas and Riemann sums**
- LG6 Obtain the sum function and convergence domain in power series**
- LG7 Understand the notion of partition and integral as the limit of Riemann sums, and apply the fundamental theorem**
- LG8 Know numerical approximation techniques and know when they are expected to work**
- LG9 Analyze the asymptotic behavior of functions and the evolution of sequences regarding monotonicity, limitation and convergence**
- LG10 Apply derivatives, successions, series and integrals to solve problems with context**
- LG11 Articulate different approaches to the contents: graphical, numerical and algebraic**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1 Álgebra e axiomática de \mathbb{R}**
- CP2 Indução matemática. Sucessões. Monotonia. Supremo e ínfimo. Convergência. Suc. de Cauchy. Completude de \mathbb{R}**
- CP3 Séries numéricas e soma. Critérios de convergência. Convergência simples e absoluta**
- CP4 Funções reais. Período e frequências. Funções hiperbólicas**
- CP5 Teor. de Weierstrass e do valor intermédio de Bolzano. Teor. de Rolle e do valor médio de Lagrange. Comportamento assintótico**
- CP6 Composta e inversa. Logaritmo e trigonométricas inversas**
- CP7 Regra da cadeia e derivada da inversa. Derivação implícita**
- CP8 Aproximações de Taylor. Teor. de Cauchy e regra de l'Hôpital. Extremos.**
- CP9 Séries de funções. Domínio de convergência. Série de Taylor e resto**
- CP10 Noção de partição. Integral à Riemann. Integrabilidade. Teor. fundamental do cálculo**
- CP11 Primitivas. Integração por partes e por mudança de variável. Integrais impróprios**
- CP12 Aplicações do integral: áreas, definição de funções e de transformadas**
- CP13 Equações diferenciais. Transformada de Laplace**

4.4.5. Syllabus:

- PC1 Real lines and algebra in \mathbb{R} . Completeness. Absolute value**
- PC2 Functions of \mathbb{R} in \mathbb{R} . Elementary functions. Parity and transformations to the graph. Period and frequencies.**
- PC3 Compound and inverse. Asymptotic behavior.**
- PC4 Logarithm function. Inverse trigonometric. Identities and trigonometric algebra.**
- PC5 Limits. Continuity. Weierstrass and intermediate value theorems.**
- PC6 Derivative at a point and its meaning. Mean value theorem. Chain rule and inverse derivative. Implicit derivation**
- PC7 Taylor approximations. Local and/or global extremes.**
- PC8 Numerical Derivation. Error deduction**
- PC9 Sequences of real numbers. Recursive definition. Monotonicity. Supreme and infinity. Convergence and framing.**
- PC10 Notion of numerical series, partial sums and sum. Arithmetic, geometric and harmonic series**
- PC11 Power series. Convergence**
- PC12 Partitions. Riemann definite integral. Antiderivatives. The fundamental theorem of calculus. Change of variables. Improper integrals. Criteria of integrability**

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

- OA1 - CP1, CP2, CP3, CP5, CP8, CP10**
- OA2 - CP4, CP5, CP8, CP13**
- OA3 - CP4, CP5, CP8, CP9, CP10, CP11, CP12**
- OA4 - CP8**
- OA5 - CP2, CP3, CP9**
- OA6 - CP9**
- OA7 - CP10**
- OA8 - CP2, CP3, CP5, CP10, CP11**

OA9 - CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9, CP10, CP11, CP12, CP13
OA10 - CP5, CP8, CP12

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LM1 - PC1, PC2, PC3, PC5, PC8, PC10

LM2 - PC4, PC5, PC8, PC13

LM3 - PC4, PC5, PC8, PC9, PC10, PC11, PC12

LM4 - PC8

LM5 - PC2, PC3, PC9

LM6 - PC9

LM7 - PC10

LM8 - PC2, PC3, PC5, PC10, PC11

LM9 - PC4, PC5, PC6, PC7, PC8, PC9, PC10, PC11, PC12, PC13

LM10 - PC5, PC8, PC12

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: Teste 1 (40%) + Teste 2 (40%) + Trabalho prático em Python (ou MATLAB) (15%) + 2 mini-testes online (5%), ou

- Avaliação por Exame (85%), em qualquer uma das épocas de exame, onde o trabalho práticos (acima referido) mantêm o peso de 15%.

Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (out of 20) in one of the following modalities:

- Periodic assessment: Test 1 (40%) + Test 2 (40%) + Practical work in Python (or MATLAB) (15%) + 2 quizzes (5%), or
- Assessment by Exam (85%), in any of the exam periods, where the practical work (mentioned above) maintains the weight of 15%.

All the elements of the assessment have a minimum score of 8 points (out of 20).

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1: de OA1 a OA12

MEA2: de OA1 a OA12

MEA3: de OA1 a OA12

MEA4: de OA1 a OA12

MEA4: de OA1 a OA12

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

Para fazer face ao número de horas de contacto, a metodologia de ensino-aprendizagem adotada inclui ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à lecionação e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1: from LG1 to LG12

LM2: from LG1 to LG12

LM3: from LG1 to LG12

LM4: from LG1 to LG12

LM5: from LG1 to LG12

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

To cope with the number of contact hours, the teaching-learning methodology adopted includes innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Campos Ferreira J. (2018). *Introdução à Análise Matemática. Fundação Calouste Gulbenkian.*
- Stewart J. (2013). *Cálculo. Vol I, 7ª Edição [tradução EZ2 Translate, São Paulo]. Cengage Learning [recurso eletrónico: https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/311602/mod_resource/content/1/Calculo%20-%20James%20Stewart%20-%207%20Edição%20-%20Volume%201.pdf]*
- Strang, G. (2007). *Computational Science and Engineering, Wellesley-Cambridge Press*
- Kong Q., Siau T., M. Bayen A.M. (2021). *Python Programming and Numerical Methods: A Guide for Engineers and Scientists. Elsevier Inc..*
- Rossun G. (2018). *Python Tutorial Release 3.7.0. Python Software Foundation.*

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

Fundamentos de Programação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Programming Fundamentals

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (T=12; TP=12; PL=12; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*No final da UC, o aluno deverá estar apto a:*

- OA1. Organizar de forma lógica a resolução de problemas;**
- OA2. Conhecer as características principais e funcionalidades da linguagem de programação (Java ou Python);**
- OA3. Aplicar a linguagem de programação na resolução de problemas;**
- OA4. Executar e depurar aplicações.**

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

- LO1. Organizing in a logical way the resolution of problems;**
- LO2. Know the main features and functionalities of the programming language (Java or Python);**
- LO3. Apply the programming language in problem solving;**
- LO4. Run and debug applications**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1. Introdução à sintaxe e estrutura da linguagem de programação (Java ou Python)**
- CP2. Principais ambientes integrados de desenvolvimento**
- CP3. Execução e depuração de programas**
- CP4. Variáveis, expressões e declarações**
- CP5. Execução condicional**
- CP6. Tratamento de entrada e saída de dados**
- CP7. Manipulação de Ficheiros**
- CP8. Estruturas de controlo e exceções**
- CP9. Vetores e Matrizes**
- CP10. Procedimentos e referências**
- CP11. Funções e parâmetros**
- CP12. Invocação e Recursividade**
- CP13. Objetos e classes de objetos**
- CP14. Encapsulamento e interfaces**

4.4.5. Syllabus:

- CP1. Introduction to programming language syntax and structure (Java or Python)**
- CP2. Main integrated development environments**
- CP3. Program execution and debugging**
- CP4. Variables, expressions and declarations**
- CP5. Conditional Execution**
- CP6. Input and Output Data Handling**
- CP7. File Manipulation**
- CP8. Control Structures and Exceptions**
- CP9. Vectors and Matrices**
- CP10. Procedures and References**
- CP11. Functions and Parameters**
- CP12. Invocation and Recursion**
- CP13. Objects and classes of objects**
- CP14. Encapsulation and interfaces**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*A demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem (OA), como a seguir se explicita:*

- OA1: CP1**
- OA2: CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9, CP10, CP11, CP12, CP13, CP14**
- OA3: CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9, CP10, CP11, CP12, CP13, CP14**
- OA4: CP2, CP3**

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

The demonstration of coherence derives from the interconnection of the programmatic contents with the learning objectives (OA), as explained below:

LO1: CP1

LO2: CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9, CP10, CP11, CP12, CP13, CP14

LO3: CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9, CP10, CP11, CP12, CP13, CP14

LO4: CP2, CP3

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

MEA1: Expositivas teórico-práticas:teoria,demos,audiovisuais (12 h)

MEA2: Participativas, para exemplificação dos conceitos teóricos em contextos de aplicação prática (3 h)

MEA3: Ativas, para realização de exercícios/entregáveis dos projetos de grupo em lab/apresentações, usando ferramentas do estado-da-arte (21h)

MEA4: Apoio tutorial (1h)

MEA5: Trabalho autónomo por parte do aluno: auto-estudo com apoio Coursera,revisões,realização dos entregáveis dos trabalhos de grupo em lab (113h)

UC com Avaliação Periódica, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória em 90% de todas as atividades da UC. Pesos da avaliação:

- Trabalhos lab individuais, 80% obrigatórios (25%)

- Projeto lab (grupo de 2), com discussão oral individual (50%)

- 2 mini-testes de resposta múltipla (25%)

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1º ou 2ª épocas, valendo 50% da nota, sendo obrigatória a aprovação no Projeto em grupo ou a realização de um projeto individual (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following teaching-learning methodologies will be used:

TM1: Expository, for presenting theoretical frameworks, tool demos, audiovisual (12 h).

TM2: Participative lectures in the analysis and discussion of case studies (3 h)

TM3: Active lectures for exercises/project/laboratory/presentations work, using state-of-the-art tools (21 h)

TM4: Tutorial support (1h)

TM5: Autonomous student work: self-study, review of the given theoretical material and group project work in lab (113h)

Course with Periodic Assessment, not by Final Exam. Presence required in 90% of all the activities.. Assessment weights:

- Individual practical assignments, 80% of which are compulsory (25%)

- Lab project (in group of 2), with individual oral discussion (50%)

- 2 multiple response Mini-tests (25%)

A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (50% of the mark), with the completion and approval of the group project, or an individual project is mandatory (50%).

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

Principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respetivos objetivos (OA):

OA1: MEA1, MEA2

OA2: MEA1, MEA2

OA3: MEA1, MEA2, MEA3, MEA4, MEA5

OA4: MEA1, MEA2, MEA3, MEA4, MEA5

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

Main interconnections between the teaching-learning methodologies (MEA) and the respective objectives (LO):

LO1: TM1, TM2

LO2: TM1, TM2

LO3: TM1, TM2, TM3, TM4, TM5

LO4: TM1, TM2, TM3, TM4, TM5

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Y. Daniel Liang, ""Introduction to Java Programming"", 8th Ed. Prentice-Hall, 2011. ISBN: 0-13-21079-3. João P. Martins, Programação em Python: Introdução à programação com múltiplos paradigmas, IST Press, 2015. ISBN: 9789898481474.

Kenneth Reitz, Tanya Schlusser, The Hitchhiker's Guide to Python: Best Practices for Development, 1st Edition, 2016, ISBN-13: 978-1491933176, <https://docs.python-guide.org/>

Eric Matthes, Python Crash Course, 2Nd Edition: A Hands-On, Project-Based Introduction To Programming, No Starch Press,US, 2019, ISBN-13 : 978-1593279288

John Zelle, Python Programming: An Introduction to Computer Science, Franklin, Beedle & Associates Inc, 2016, ISBN-13 : 978-1590282755

Mapa IV - Trabalho e Emprego na Sociedade Digital**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Trabalho e Emprego na Sociedade Digital

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Work and Employment in the Digital Society

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

310

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (T=18; TP=18; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1. Compreender e ter uma abordagem crítica às dinâmicas de transformação do mercado de trabalho e ao modo como estas são impactadas pelas tecnologias digitais;

OA2. Identificar os riscos e oportunidades inerentes aos novos modos de organização das relações de trabalho, incluindo o relacionados com as carreiras e a sustentabilidade do rendimento;

OA3. Compreender os novos modelos organizacionais e situar o modo como impactam sobre o exercício individual do trabalho, incluindo as questões associadas à globalização do mercado de trabalho e ao teletrabalho;

OA4. Caracterizar as transformações do conteúdo do emprego, identificar qualificações emergentes e situar as novas competências para a empregabilidade;

OA5. Conhecer os principais instrumentos de política pública e incentivos alinhados com os objetivos de inovação e qualificações do tecido empregador;

OA6. Construir um plano de desenvolvimento de competências e um projeto de carreira que considere as problemáticas abordadas

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

OA1. Understand and take a critical approach to labour market transformation dynamics and how they are impacted by new digital technologies;

OA2. Identify the risks and opportunities entailed in the new ways of organizing labor relations, including those that impact careers and the sustainability of income in the medium and long term;

OA3. Understand the new organizational models and identify how they impact on the individual exercise of work, including issues associated with the globalization of the labor market and telework;

OA4. To characterize the transformations of employment content, identify emerging qualifications and new skills for employability;

OA5. To know the main public policy instruments and incentives aligned with the objectives of innovation and qualifications of employers;

OA6. To draft a skills development plan and career project that considers individual goals in the light of the issues addressed.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CP1. Os instrumentos de regulação do mercado de trabalho e proteção no emprego

CP2. O impacto das tecnologias digitais nos mecanismos de regulação do mercado de trabalho e proteção no emprego

CP3. Formas de trabalho, vínculos e sustentabilidade do emprego e do rendimento

CP4. A transformação digital e os novos modelos das organizações

CP5. A globalização do mercado de trabalho e o teletrabalho: riscos e oportunidades

CP6. A sociedade digital e as atitudes face ao trabalho

CP7. Novas competências para a empregabilidade, a transição para o mercado de trabalho e o desenvolvimento de carreiras

CP8. A transformação do conteúdo dos empregos e a emergência de novas qualificações

CP9. A relação entre inovação, trabalho e emprego

CP10. Políticas públicas e instrumentos de apoio ao tecido empregador e ao emprego

CP11. Planeamento do desenvolvimento de competências e de carreira

4.4.5. Syllabus:

CP1. Labour market regulation and employment protection instruments

CP2. The impact of digital technologies on labour market regulation and employment protection mechanisms

CP3. Digital transformation and new organization models

CP4. Globalisation of the labour market and teleworking: risks and opportunities

CP5. Digital society and attitudes towards work

CP6. Types of work, bonds and sustainability of employment and income

CP7. New skills for employability, the transition to the labour market and career development

CP8. The transformation of the content of jobs and the emergence of new qualifications

CP9. The relationship between innovation, work and employment

CP10. Public policies and instruments to support employer fabric and employment

CP11. Skills and career development planning

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

A demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem (OA), como a seguir se explicita:

Os CP1 e CP2 abordam as dinâmicas de mudança no emprego e nas relações de trabalho (OA1 e OA2)

Os CP3, CP4 e CP5 abordam as questões relacionadas com a transformação das organizações e da organização do trabalho e o seu impacto a nível das formas de trabalho (OA3)

Os CP6, CP7 e CP8 abordam o impacto da digitalização na transformação dos contextos sociais, do conteúdo do emprego e na emergência de novas qualificaçãoe (OA4)

O CP9 explora as interrelação entre as dinâmicas de inovação e a transformação do trabalho (OA5)

O CP10 aborda o papel das políticas públicas no apoio ao emprego (OA5)

O CP11 visa as competências para o desenvolvimento de carreira (OA6)

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

The demonstration of coherence derives from the interconnection of the course contents with the learning objectives (LO), as explained below:

CP1 and CP2 address the dynamics of change in employment and employment relations (OA1 and OA2).

CP3, CP4 and CP5 address issues related to the transformation of organisations and work organisation and its impact on forms of work (OA3)

CP6, CP7 and CP8 address the impact of digitalisation on the transformation of social contexts, job content and the emergence of new skills (OA4)

CP9 explore the interrelationship between the dynamics of innovation and the transformation of work (OA5)

CP10 addresses the role of public policies in supporting employment (OA5)

CP11 targets skills for career development (OA6)The demonstration of coherence derives from the interconnection of the course contents with the learning objectives (LO), as explained below:

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEA):

MEA.1: Expositivas, para apresentação do enquadramento teórico

MEA.2: Ilustrativas, para exemplificação dos conceitos teóricos em contextos de aplicação prática

MEA.3: Argumentativas, com apresentação e discussão dos projetos desenvolvidos

Avaliação Periódica:

- Teste 1 (40%)

- *Mini-Projetos em Grupo (40%)*
- *Apresentação e Discussão dos Projetos em Grupo (20%)*

Avaliação Final:

- *Através da realização de exame (100%).*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following teaching-learning methodologies will be used:

MEA.1: Expository, for presentation of the theoretical framework

MEA.2: Illustrative, for exemplification of the theoretical concepts in contexts of practical application

MEA.3: Argumentative, with presentation and discussion of the developed projects

Periodic Assessment:

- *Test 1(40%)*
- *Mini-Group Projects (40%)*
- *Presentation and Discussion of the Projects in Group (20%)*

Final Assessment:

- *Through an exam (100%).*

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

Principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respetivos objetivos (OA):

OA1. MEA.1, MEA 3

OA2. MEA.1, MEA 3

OA3. MEA.1, MEA 3

OA4. MEA1, MEA 2, MEA 3

OA5. MEA1, MEA 2, MEA 3

OA6. MEA1, MEA 2, MEA 3

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

Main interconnections between the teaching-learning methodologies (MEA) and the respective objectives (OA):

OA1. MEA.1, MEA 3

OA2. MEA.1, MEA 3

OA3. MEA.1, MEA 3

OA4. MEA1, MEA 2, MEA 3

OA5. MEA1, MEA 2, MEA 3

OA6. MEA1, MEA 2, MEA 3

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Antunes, R (2013) Os Sentidos do Trabalho. Coimbra: Almedina.

Boland, T., & Griffin, R. (Eds.). (2015). The sociology of unemployment. Manchester University Press.

Ferrera, M. ; Hemerijck, A. ; Rhodes, M. (2000). O Futuro da Europa Social - Repensar o Trabalho e a Protecção Social na Nova Economia. Oeiras: Celta Editora.

Edgell, S., Gottfried, H., & Granter, E. (Eds.). (2015). The Sage Handbook of the sociology of work and employment.

Eichhorst, W. e Rinne, U. (2018) ?Promoting youth employment in Europe: Evidence-based policy lessons. In: Malo, M. e Mínguez, A. (eds) European Youth Labour Markets: Problems and Policies?, Cham: Springer, pp. 189-204.

Freire, J; Rego, R e Rodrigues, C (2014) Sociologia do Trabalho. Um aprofundamento. Afrontamento

Kovács, I, coord. (2014). Temas Actuais da Sociologia do Trabalho e da Empresa. Coimbra: Almedina.

Mapa IV - Algoritmia e Estrutura de Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Algoritmia e Estrutura de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Algorithms and Data Structures

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester**4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):****150****4.4.1.5. Horas de contacto:****37 (TP=15; PL=21; OT=1)****4.4.1.6. Créditos ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****---****4.4.1.7. Observations:****---****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****---****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****---****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****No final da UC os alunos deverão ser capazes de:******OA1: Identificar e concretizar a estrutura de dados mais apropriada para um determinado problema algorítmico.******OA2: Saber aplicar os algoritmos de ordenação e de pesquisa mais apropriados para um determinado problema.******OA3: Saber como avaliar a complexidade e o desempenho eficiente de um algoritmo iterativo.******OA4: Perceber a importância da recursão como estratégia de concepção de algoritmos.******OA5: Saber prototipar alternativas algorítmicas numa linguagem de programação, para problemas computacionais de pesquisa e ordenação.******OA6 Desenvolver a autoaprendizagem, trabalho em equipa, expressão oral e escrita*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****At the end of the course students should be able to:******LO1: Identify and implement the most appropriate data structure for a given algorithmic problem.******LO2: Apply the most appropriate sorting and search algorithms for a given problem.******LO3: Know how to evaluate the complexity and efficient performance of an iterative algorithm.******LO4: Understand the importance of recursion as an algorithm design strategy.******LO5: Know how to prototype algorithmic alternatives in a programming language, for computational search and sorting problems.******LO6 Develop self-learning, teamwork, oral and written expression*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****C1: Introdução aos algoritmos e estruturas de dados.******C2: Estruturas de dados elementares: vetores, matrizes.******C3: Estruturas de dados lineares: pilhas, listas ligadas e filas.******C4: Recursão e backtracking.******C5: Algoritmos de Ordenação, Pesquisa e Indexação - Bubble-sort, Insertion-sort, Selection-sort, Merge-sort, Quick-sort, Heap-sort, Binary-tree-sort, Balanced-tree-sort******C6: Estrutura de dados hierárquicas: árvores (binária e outras). Árvores de pesquisa equilibradas.******C7: Filas com prioridade.******C8: Tabelas de símbolos. Tabelas de hashing.******C9 Algoritmos de processamentos de strings.******C10: Grafos. Algoritmos de pesquisa em grafos: depth-first, breadth-first, minimum spanning trees, e shortest paths.*****4.4.5. Syllabus:*****S1: Introduction to algorithms and data structures.******S2: Elementary data structures: vectors, matrixes.******S3: Linear data structures: stacks, linked lists and queues.***

S4: Recursion and backtracking.

S5: Sorting, Searching and Indexing Algorithms - Bubble-sort, Insertion-sort, Selection-sort, Merge-sort, Quick-sort, Heap-sort, Binary-tree-sort, Balanced-tree-sort

S6: Hierarchical data structures: trees (binary and others). Balanced Search Trees.

S7: Priority Queues.

S8: Symbol tables. Hash tables.

S9: Algorithms for string processing.

S10: Graphs. Graph search algorithms: depth-first, breadth-first, minimum spanning trees, and shortest paths.

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

O alinhamento dos conteúdos programáticos (CP) com os objetivos de aprendizagem (OA) é o seguinte:

OA1 - {C1, C2, C6, C7, C8, C9, C10}

OA2 - {C4, C5, C7, C10}

OA3 - {C4, C5, C7, C10}

OA4 - {C4}

OA5 - {C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10}

OA6 - {C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10}

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

The alignment of the course contents (Sx) with the learning objectives (LO) is as follows:

LO1 - {S1, S2, S6, S7, S8, S9, S10}

LO2 - {S4, S5, S7, S10}

LO3 - {S4, S5, S7, S10}

LO4 - {S4}

LO5 - {S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10}

LO6 - {S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Total de 150 horas:

- *Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (12 h)*

- *Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo, apresentações convidadas (3 h)*

- *Aulas ativas: realização de exercícios, dos entregáveis do projeto de grupo em lab e apresentação do projeto (21h)*

- *Aula de apoio tutorial (1h)*

- *Trabalho autónomo do aluno: auto-estudo com apoio Coursera, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h)*

UC com Avaliação Periódica, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória em 90% de todas as atividades da UC. Pesos da avaliação:

- *Trabalhos lab individuais, 80% obrigatórios (25%)*

- *Projeto lab (grupo de 2), com discussão oral individual (50%)*

- *2 mini-testes de resposta múltipla (25%)*

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1º ou 2ª épocas, valendo 50% da nota, sendo obrigatória a aprovação no Projeto em grupo ou a realização de um projeto individual (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

For a total of 150 hours:

- *Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, educational short videos (12 h).*

- *Participative lectures in the analysis and discussion of case studies and presentations from guest speakers (3 h).*

- *Tutorial support (1h)*

- *Active lectures for project-laboratory work, using state-of-the-art tools (21 h).*

- *Autonomous student work: self-study with Coursera support, review of the given theoretical material and group project work (113h)*

Course with Periodic Assessment, not by Final Exam. Presence required in 90% of all the activities.. Assessment weights:

- *Individual practical assignments, 80% of which are compulsory (25%)*

- *Lab project (in group of 2), with individual oral discussion (50%)*

- *2 multiple response Mini-tests (25%)*

A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (50% of the mark), with the completion and approval of the group project, or an individual project is mandatory (50%).

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

É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):

Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1 + OA2 + OA3 + OA4.

Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4.

Aulas ativas com a realização de exercícios práticos e dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5.

Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5.

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

The correspondence between the teaching-learning methodologies and the learning objectives is as follows

Expository lessons for oral presentation of the theoretical teaching units: LO1 + LO2 + LO3 + LO4.

Participative lessons with analysis and discussion of case studies: LO1 + LO2 + LO3 + LO4.

Active classes with the realization of practical exercises and deliverables related to the group project: LO1 + LO2 + LO3 + LO4 + LO5.

Self-study and autonomous work, to consult the bibliography, review the given subject and carry out the deliverables of the group work: LO1 + LO2 + LO3 + LO4 + LO5.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

R. Sedgewick and K. Wayne, Algorithms, 4th edition, Addison-Wesley, 2012 Algorithms, Part I - MOOC em www.coursera.org

N. Wirth, Algorithms & data Structures, Prentice-Hall, 1986.

Mapa IV - Álgebra Linear Numérica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Álgebra Linear Numérica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical Linear Algebra

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=18; PL=18; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1. Aprofundar os conceitos de espaço vetorial e de subespaço vetorial;

OA2. Compreender o conceito de ortogonalidade e aplicar métodos de ortogonalização;

- OA3. *Aprofundar e aplicar o conhecimento de valores e vectores próprios;*
- OA4. *Classificar formas quadráticas e aplicar na resolução de problemas;*
- OA5. *Compreender as aplicações apresentadas dos conceitos abordados;*
- OA6. *Aplicar métodos iterativos para aproximar a solução de sistemas de equações lineares (sistemas lineares);*
- OA7. *Compreender como as decomposições matriciais facilitam as abordagens algébricas e a aplicação eficiente da teoria em abordagens computacionais;*
- OA8. *Construir algoritmos computacionais.*

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

- LG1. *Understand the concepts of vector space and vector subspace;*
- LG2. *Understand the concept of orthogonality and apply orthogonalization methods;*
- LG3. *Expand and apply the knowledge of eigenvalues and eigenvectors;*
- LG4. *Classify quadratic forms and apply them to solve problems;*
- LG5. *Understand the applications of the concepts discussed;*
- LG6. *Apply iterative methods to approximate the solution of systems of linear equations (linear systems);*
- LG7. *Understand how matrix decompositions facilitate algebraic approaches and the efficient application of theory in computational approaches;*
- LG8. *Build computational algorithms.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1 *Matrizes complexas. Vet. e val. próprios de skew-Hermiteanas. Decomp. de Schur. Teor. espectral*
- CP2 *Espaços vet. euclidianos. Ortogonalidade. Projeções. Base ortogonal. Normas matriciais*
- CP3 *Ortogonalização de Gram-Schmidt. Transf. rápida de Fourier*
- CP4 *Decomp. valor singular (DVS). Teor. de Perron-Frobenius e de Cayley-Hamilton*
- CP5 *Formas lineares e bilineares. Formas quadráticas. Teor. de Sylvester. Identificação de cónicas*
- CP6 *Aritmética finita. Erro de arredondamento. Armazenamento*
- CP7 *Matrizes densas e esparsas. Característica e perda numérica de ortogonalidade*
- CP8 *Mét. diretos (de Gauss, Decomp. LU por blocos, QR e de Cholesky) para sistemas lineares (SLs). Refletores Householder*
- CP9 *Mét. indiretos para SLs: iterativos estacionários (Jacobi, Gauss-Seidel e variante SOR) e não-estacionários (residual mínimo)*
- CP10 *Mét. numéricos para probl. de quadrados mínimos por equações normais, DVS e QR. Perturbações e anál. de sensibilidade*
- CP11 *Consistência, convergência e estabilidade*

4.4.5. Syllabus:

- PC1 *Complex matrices. Eigenvectors and eigenvalues of skew-Hermiteanas. Schur's decomposition. Spectral theorem*
- PC2 *Euclidean vector spaces. Orthogonality. Projections. Orthogonal basis. Matrix norms*
- PC3 *Gram-Schmidt orthogonalization. Fast Fourier transform*
- PC4 *Singular Value Decomposition (SVD). Perron-Frobenius and Cayley-Hamilton theorems*
- PC5 *Linear and bilinear forms. Quadratic forms. Sylvester's theorem. Identification of conics*
- PC6 *Finite arithmetic. Rounding error. Storing*
- PC7 *Dense and sparse matrices. Rank and numerical loss of orthogonality*
- PC8 *Direct methods (Gauss, LU block decomposition, QR and Cholesky's) for linear systems (LSs). Householder reflectors*
- PC9 *Indirect methods for LSs: iterative stationary (Jacobi, Gauss-Seidel and SOR variant) and nonstationary (minimum residual)*
- PC10 *Numerical methods for least squares problems by normal equations, DVS and QR. Perturbations and sensitivity analysis*
- PC11 *Consistency, convergence and stability*

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

- OA1: CP2, CP3, CP4, CP5
- OA2: CP2, CP3, CP4, CP7, CP10
- OA3: CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP7
- OA4: CP5
- OA5: CP8, CP9, CP10
- OA6: CP9
- OA7: CP6, CP7, CP8, CP9, CP10, CP11
- OA8: CP6, CP7, CP8, CP9, CP10, CP11

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1: PC2, PC3, PC4, PC5
LG2: PC2, PC3, PC4, PC7, PC10
LG3: PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC7
LG4: PC5
LG5: PC8, PC9, PC10
LG6: PC9
LG7: PC6, PC7, PC8, PC9, PC10, PC11
LG8: PC6, PC7, PC8, PC9, PC10, PC11

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão aplicadas as metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) seguintes:

MEA1. Expositivas, com apresentação e discussão dos quadros teóricos de referência
MEA2. Participativas, com interpretação e resolução de exercício prático e problema de aplicação
MEA3. Activas, com realização de trabalho de grupo
MEA4. Experimentais, com exploração computacional de conteúdos programáticos, em laboratório
MEA5. Auto-estudo, com atividades de trabalho autónomo a realizar pelo aluno, conforme o Plano de Aulas

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: 2 trabalhos práticos em Python (ou MATLAB) (50%) + Discussão individual dos trabalhos práticos em Python (20%) + 3 mini-testes (30%)
- Avaliação por Exame (65%), em qualquer uma das épocas de exame, onde um dos trabalhos práticos em Python (acima referidos) mantêm o peso de 35% (com a discussão). Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following teaching-learning methodologies (TLMs) will be applied:

TLM1. Expository, with presentation and discussion of the theoretical frameworks of reference
TLM2. Participative, with interpretation and resolution of practical exercises and application problems
TLM3. Active, with group work
TLM4. Experimental, with computational exploration of the syllabus
TLM5. Self-study, with activities of autonomous work to be developed by the student, according to the Lesson Plan

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- Periodic assessment: 2 practical works in Python (or MATLAB) (50%) + Individual discussion of the practical works in Python (20%) + 3 mini-tests (30%)
- Assessment by Exam (65%), in any of the exam periods, where one of the practical work in Python (mentioned above) maintains the weight of 35% (with discussion).
All the elements of evaluation have a minimum score of 8 points (scale 1-20).

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1 - de OA1 a OA12
MEA2 - de OA1 a OA12
MEA3 - de OA1 a OA12
MEA4 - de OA1 a OA12
MEA5 - de OA1 a OA12

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo. A resolução de problemas e outras atividades de aplicação dos conteúdos são, sempre que possível, contextualizadas em temas da transformação digital, o que potencia a aquisição de competências práticas.

A componente de trabalhos computacionais, com carácter obrigatório na avaliação, permite uma consolidação de conhecimentos e aquisição de capacidades conforme os OAs traçados para a UC.

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

The teaching-learning methodologies (TLMs) aim to achieve the learning goals (LG) as indicated below:

TLM1 - from LG1 to LG12
TLM2 - from LG1 to LG12
TLM3 - from LG1 to LG12
TLM4 - from LG1 to LG12
TLM5 - from LG1 to LG12

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a

solid professional training in decision making and collaborative work.

Problem solving and other content application activities are, whenever possible, contextualized in digital transformation issues, which enhances the acquisition of practical skills.

The computational works component, with mandatory character in the assessment, allows a consolidation of knowledge and acquisition of skills according to the LGs established for the CU.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Gupta R.K. (2019). *Numerical Methods: Fundamentals and Applications*. Cambridge University Press.

Kong Q., Siau T., Bayen A.M. (2021). *Python Programming and Numerical Methods: A Guide for Engineers and Scientists*, Elsevier Inc..

Lay, D.C. (2015). *Linear Algebra and its Applications*. Addison Wesley. Pearson.

Blyth T.S., Robertson E.F. (2002). *Further Linear Algebra*. Springer.

Deisenroth M.P., Faisal A.A., Soon Ong C. (2020). *Mathematics for Machine Learning*. Cambridge University Press [electronic resource: <https://mml-book.github.io/book/mml-book.pdf>]

Rossun G. (2018). *Python Tutorial Release 3.7.0*. Python Software Foundation.

Mapa IV - Cálculo a Múltiplas Variáveis

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo a Múltiplas Variáveis

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Multivariable Calculus

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=33; PL=3; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1 Apreender a generalização de limite, continuidade e diferenciabilidade em funções multivariável

OA2 Calcular derivadas parciais e segundo qualquer vetor não-nulo

OA3 Interpretar o vetor gradiente como direcção de máximo crescimento da função

OA4 Decidir sobre a existência de plano tangente

OA5 Obter o desenvolvimento de Taylor em várias ordens explorar numericamente

- OA6 Aprofundar os conhecimentos em sucessões e séries com a abordagem das funções**
- OA7 Aplicar as fórmulas de Taylor à determinação de extremos livres, nomeadamente com uso de valores próprios**
- OA8 Escrever integrais duplos em diferentes ordens de integração e escolher uma delas para efectuar o cálculo**
- OA9 Aprofundar o cálculo integral a uma variável com a abordagem de integrais de dimensão superior**
- OA10 Aplicar os conteúdos da UC em problemas com contexto real**
- OA11 Articular as diferentes abordagens dos conteúdos: gráfica, numérica e algébrica**

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

- LG1 Apprehend the generalization of limit, continuity and differentiability in multivariable functions**
- LG2 Calculate partial and second derivatives of any non-null vector**
- LG3 Interpret the gradient vector as the direction of maximum growth of the function**
- LG4 Decide about the existence of tangent plane**
- LG5 Obtain the Taylor development in several orders and explore numerically**
- LG6 Deepen the knowledge on succession and series with the approach of functions**
- LG7 Apply Taylor formulas to determine free extrema, namely using eigenvalues**
- LG8 Write double integrals in different orders of integration and choose one of them to perform the calculation**
- LG9 Deepen the integral calculus with one variable by using integrals in this course**
- LG10 Apply the contents of the course in real life problems**
- LG11 Know the techniques of numerical approximation and know when they are good approximations**
- LG12 Articulate the different approaches of the contents: graphical, numerical and algebraic**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1. Topologia de R^n . Vizinhança e ponto de acumulação**
- CP2. Função real e vetorial multivariável. Curva de nível e transformações ao gráfico. Limites direcionais e continuidade**
- CP3. Derivadas parciais e vetor gradiente. Aproximação linear e diferenciabilidade. Regra da cadeia. Derivada direcional**
- CP4. Aproximações de Taylor de ordem superior. Teor. da função implícita e da inversa e aplicação**
- CP5. Matrizes Hessiana e extremos livres e condicionados. Condições de otimalidade. Multiplicadores de Lagrange**
- CP6 Equações diferenciais exatas. Fator integrante**
- CP7. Integrais duplos e triplos. Teor. de Fubini. Mudança de coordenadas. Coordenadas polares e esféricas**
- CP8. Campos de vetores e formas diferenciais. Relação entre formas e campos. Propriedades**
- CP9. Curvas e superfícies parametrizadas. Vetores tangente e normal. Regularidade**
- CP10. Integral de linha e de superfície. Teoremas de Green, de Stokes e de Gauss. Campo conservativo**
- CP11. Aplicações dos conceitos em problemas de contexto real**

4.4.5. Syllabus:

- PC1. Topology of R^n . Neighborhood and accumulation point**
- PC2. Real and vectorial multivariable functions. Level curves and graphical transformations. Directional limits and continuity**
- PC3. Partial derivatives and gradient vector. Linear approximation and differentiability. Chain rule. Directional derivatives**
- PC4. Higher order Taylor approximations. Implicit and inverse function theorems and application.**
- PC5. Hessian matrices and free and conditional extrema. Optimality conditions. Lagrange multipliers.**
- PC6. Exact differential equations.**
- PC7. Double and triple integrals. Fubini's theorem. Change of coordinates. Polar and spherical coordinates.**
- PC8. Vector fields and differential forms. Relation between shapes and fields. Properties**
- PC9. Parameterized curves and surfaces. Tangent and normal vectors. Regularity**
- PC10. Line and surface integrals. Green's, Stokes' and Gauss' theorems. Conservative field**
- PC11. Applications of concepts in real context problems**

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

- OA1 - CP2, CP3, CP4, CP5, CP11**
- OA2 - CP3,**
- OA3 - CP3, CP5,**
- OA4 - CP1, CP3, CP9**
- OA5 - CP4, , CP11**
- OA6 - CP1, CP2, CP4, CP7, CP11**
- OA7 - CP4, CP11**
- OA8 - CP7, CP11**
- OA9 - CP6, CP7, CP10, CP11**
- OA10 - de CP1 a CP11**
- OA11 - de CP1 a CP11**

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1 - CP2, CP3, CP4, CP5, CP11

LG2 - CP3,

LG3 - CP3, CP5,

LG4 - CP1, CP3, CP9

LG5 - CP4, , CP11

LG6 - CP1, CP2, CP4, CP7, CP11

LG7 - CP4, CP11

LG8 - CP7, CP11

LG9 - CP6, CP7, CP10, CP11

LG10 - de CP1 a CP11

LG11 - de CP1 a CP11

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: Teste 1 (40%) + Teste 2 (40%) + Trabalho prático em Python (ou MATLAB) (10%) + 4 mini-testes online (10%), ou

- Avaliação por Exame (90%), em qualquer uma das épocas de exame, onde o trabalho práticos (acima referido) mantém o peso de 10%.

Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- Periodic assessment: Test 1 (40%) + Test 2 (40%) + Practical work in Python (or MATLAB) (10%) + 4 online mini-tests (10%), or

- Assessment by Exam (90%), in any of the exam periods, where the practical work (mentioned above) maintains the weight of 10%.

All the elements of the assessment have a minimum score of 8 points (scale 1-20).

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1: de OA1 a OA11

MEA2: de OA1 a OA11

MEA3: de OA1 a OA11

MEA4: de OA1 a OA11

MEA4: de OA1 a OA11

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

Para fazer face ao número de horas de contacto, a metodologia de ensino-aprendizagem adotada inclui ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à lecionação e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1: from LG1 to LG11

LM2: from LG1 to LG11

LM3: from LG1 to LG11

LM4: from LG1 to LG11

LM5: from LG1 to LG11

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

To cope with the number of contact hours, the teaching-learning methodology adopted includes innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Stewart, J. (2013). *Cálculo. Vol II, 7ª Edição [tradução EZ2 Translate, São Paulo]. Cengage Learning [recurso eletrónico: <https://profmcruz.files.wordpress.com/2019/03/calculo-james-stewart-7-edic3a7c3a3o-volume-2.pdf>].*
- Lipsman, R.L., Rosenberg, J.M. (2018). *Multivariable Calculus with MATLAB. Springer.*
- Strang, G. (2007). *Computational Science and Engineering, Wellesley-Cambridge Press .*
- Kong Q., Siauw T., M. Bayen A.M. (2021). *Python Programming and Numerical Methods: A Guide for Engineers and Scientists. Elsevier Inc..*
- Rossun G. (2018). *Python Tutorial Release 3.7.0. Python Software Foundation.*

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

Introdução às Probabilidades e Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Probabilities and Statistics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=24; PL=12; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

- OA1 Compreender o significado de probabilidade e evento probabilístico, incluindo as noções de evento, resultado e espaço amostral**
- OA2 Familiarizar-se com o formalismo matemático das probabilidades e, em particular, com a abordagem axiomática**
- OA3 Ser capaz de calcular resultados de probabilidade simples usando combinatória e compreender o conceito de probabilidade condicionada**
- OA4 Compreender o conceito de variável aleatória e como pode ser caracterizada, incluindo através de distribuições de probabilidade**
- OA5 Identificar diferentes tipos de distribuições e iniciar-se na modelação de fenómenos do mundo real**
- OA6 Saber descrever uma amostra, pondo em evidência as características principais e as propriedades**
- OA7 Compreender os princípios fundamentais do raciocínio estatístico, a nível descritivo e inferencial**
- OA8 Ter espírito crítico quanto ao grau de certeza de uma inferência**
- OA9 Ser capaz de usar R ou Phytton como uma ferramenta computacional na UC**

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

- LG1 Understand the meaning of probability and probabilistic event, including the notions of event, outcome and sample space**
- LG2 To be familiar with the mathematical formalism of probability and, in particular, the axiomatic approach**
- LG3 To be able to calculate simple probability results using combinatorics and understand the concept of conditional probability.**
- LG4 Understand the concept of random variable and how it can be characterised, including through probability distributions.**
- LG5 Identify different types of distributions and get started in modelling real world phenomena.**
- LG6 Know how to describe a sample, highlighting the main features and properties.**
- LG7 Understand the fundamental principles of statistical reasoning, at descriptive and inferential levels.**
- LG8 To be critical about the degree of certainty of an inference**
- LG9 To be able to use R or Phytton as a computational tool in the UC**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1 Álgebra de conjuntos. Conceitos de probabilidade. Espaços de probabilidade, amostral e de acontecimentos. Medida. Axiomas de Kolmogorov**
- CP2 Amostragem e distribuição. Regras de contagem. Cálculo pela lei de Laplace**
- CP3 Probabilidade condicionada discreta e contínua. Independência. Densidade. Teorema de Bayes**
- CP4 Experiência determinista vs estocástica. Variáveis aleatórias discretas e contínuas. Função de distribuição e de densidade. Lei dos grandes números e lema de Chebyshev. Teorema do limite central**
- CP5 Distribuições: normal, binomial, uniforme, de Poisson, de Bernoulli, t-student, exponencial, qui-quadrado. Valor esperado, variância. Função geradora de momentos**
- CP6 Estatística descritiva vs indutiva. Amostra aleatória. Medidas amostrais: localização central e relativa, dispersão e assimetria**
- CP7 Inferência: estimação de parâmetros (pontual e intervalar), intervalos de confiança e testes de hipóteses. Máxima verossimilhança. Testes de ajustamento de Pearson, K-S e contingência.**

4.4.5. Syllabus:

- CP1 Algebra of sets. Probability concepts. Space of probability, sample space, space of events. Measure. Kolmogorov's Axioms**
- CP2 Sampling and distribution. Counting rules. Probability calculus**
- CP3 Discrete and continuous conditional probability. Independence. Density. Bayes' Theorem**
- CP4 Deterministic versus stochastic experiment. Discrete and continuous random variables. Distribution and density functions. Law of large numbers and Chebyshev lemma. Central limit theorem**
- CP5 Distributions: normal, binomial, uniform, Poisson, Bernoulli, t-student, exponential, chi-square. Expected value. Moment generating function**
- CP6 Descriptive vs inductive statistics. Random sampling. Sample measures: central and relative location, dispersion and asymmetry**
- CP7 Inference: parameter estimation (point and interval), confidence intervals and hypothesis testing. Maximum likelihood. Pearson, K-S and contingency adjustment tests.**

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

- OA1: CP1, CP2, CP3**
- OA2: CP1**
- OA3: CP2, CP3**

OA4: CP2, CP4, CP5
OA5: CP4, CP5
OA6: CP4, CP6
OA7: CP6, CP7
OA8: CP7
OA9: de CP2 a CP7

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1: PC1, PC2, PC3
LG2: PC1
LG3: PC2, PC3
LG4: PC2, PC4, PC5
LG5: PC4, PC5
LG6: PC4, PC6
LG7: PC6, PC7
LG8: PC7
LG9: from PC2 to PC7

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

"Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: Teste 1 (35%) + Teste 2 (35%) + 1 trabalho prático em Python (ou R) (25%) + 2 mini-testes online (5%), ou

- Avaliação por Exame (75%), em qualquer uma das épocas de exame, onde o trabalho prático (acima referido) mantém o peso de 25%.

Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with an overall grade of at least 10 points (out of 20) in one of the following modes:

- Periodic assessment: Test 1 (35%) + Test 2 (35%) + 1 practical work in Python (or R) (25%) + 2 quizzes (5%), or

- Assessment by Exam (75%), in any of the exam periods, where the practical work (mentioned above) maintains the weight of 25%.

All the elements of evaluation have a minimum score of 8 points (out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1 - de OA1 a OA9

MEA2 - de OA1 a OA9

MEA3 - de OA1 a OA9

MEA4 - de OA1 a OA9

MEA5 - de OA1 a OA9

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

A resolução de problemas e outras atividades de aplicação dos conteúdos são, sempre que possível, contextualizadas em temas da transformação digital, o que potencia a aquisição de competências práticas.

Para fazer face ao número de horas de contacto, as MEAs adotadas incluem ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à leção e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1 - from LG1 to LG9

LM2 - from LG1 to LG9

LM3 - from LG1 to LG9

LM4 - from LG1 to LG9

LM5 - from LG1 to LG9

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

Problem solving and other content application activities are, whenever possible, contextualized in digital transformation issues, which enhances the acquisition of practical skills.

To cope with the number of contact hours, the LMs adopted include innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

André, J. (2018). Probabilidades e Estatística Para Engenharia, 2ª Edição. Lidel.

Baclawski, K. (2008). Introduction to Probability with R, Chapman & Hall/CRC

Blitzstein, J. K., Hwang J. (2015). Introduction to probability. Chapman and Hall/CRC.

Mapa IV - Projeto em Tecnologias Digitais I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto em Tecnologias Digitais I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Project in Digital Technologies I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*No final desta UC, o aluno deverá estar apto a:***OA.1 Definir requisitos para um projeto tecnológico****OA.2. Elaborar o cronograma de acordo com os objetivos propostos para o projeto****OA.3. Desenvolver o projeto de acordo com os requisitos****OA.4. Desenvolver plano de testes****OA.5. Testar o projeto (parciais e icomo um todo)****OA.6. Fazer as adaptações****OA.7. Técnicas para apresentação de projetos tecnológicos****OA.8. Preparação de demonstração das suas funcionalidades****OA9: Normas para a elaboração de relatórios técnicos****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of this UC, the student should be able to:***OA.1 Define requirements for a technology project****OA.2. Elaborate the schedule according to the proposed objectives for the project****OA.3. Develop the project according to requirements****OA.4. Develop test plan****OA.5. Test the project (partial and integrated)****OA.6. make the adaptations****OA.7. Techniques for presenting technological projects****OA.8. Preparation of demonstration of its features****OA9: Standards for the preparation of technical reports****4.4.5. Conteúdos programáticos:****I. Introdução à inovação tecnológica de acordo com os eixos da Europa****II. Planeamento de um projeto tecnológico e as suas fases****III. Aspetos essenciais para o desenvolvimento de um projeto****IV. Definição de recursos materiais****V. Orçamento de um projeto****VI. Plano de Testes parciais e de conjunto****VII. Apresentação de um projeto tecnológico****VIII. Demonstração de projeto tecnológico****IX. Elaboração de Relatório Técnico****4.4.5. Syllabus:****I. Introduction to technological innovation along the lines of Europe****II. Planning a technological project and its phases****III. Essential aspects for the development of a project****IV. Definition of material resources****V. Budget of a project****VI. Partial and joint Test Plan****VII. Presentation of a technological project****VIII. Technological project demonstration****IX. Preparation of Technical Report****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****A demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem (OA), como a seguir se explicita:****OA.1: I e II e III****OA.2: II****OA.3: III****OA.4: VI****OA.5: IV****OA.6: IV****OA.7: VII****OA.8: VIII**

OA9: IX**4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

The demonstration of coherence results from the interconnection of the syllabus with the learning objectives (LO), as explained below:

LG.1: I and II and III

LG.2: II

LG.3: III

LG.4: VI

LG.5: IV

LG.6: IV

LG.7: VII

OA.8: VIII

OA9: IX

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEA): MEA.1: Expositivas, para apresentação do enquadramento teórico; MEA.2: Ilustrativas, para exemplificação dos conceitos teóricos em contextos reais; MEA.3: Argumentativas, com apresentação e discussão do trabalho de grupo; MEA.4: Demonstrativas para demonstrar a funcionalidade do projeto.

Avaliação periódica:- Realização de projeto em grupo: primeira apresentação: 30%; segunda apresentação e demonstração: 40%; relatório final: 30%; As apresentações, demonstração e defesa são em grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning teaching methodologies (LTM) will be used: MEA.1: Lectures, to present the theoretical framework; MEA.2: Illustrative, to exemplify theoretical concepts in real contexts; MEA.3: Argumentative, with presentation and discussion of group work; MEA.4: Demonstrations to demonstrate project functionality.

Periodic grading system: - Group project: first presentation: 30%; second presentation and exhibition: 40%; final report: 30%. The presentations, demonstrations and defence are in group.

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

As metodologias de ensino-aprendizagem visam o desenvolvimento das principais competências de aprendizagem dos alunos que permitam cumprir com cada um dos objectivos de aprendizagem, pelo que, na grelha a seguir, apresenta-se as principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respectivos objectivos de aprendizagem (OA):

OA.1: MEA.1

OA.2: MEA.1, MEA.2

OA.3: MEA.1, MEA.3

OA.4: MEA.1, MEA.3

OA.5: MEA.3

OA.6: MEA.3

OA.7: MEA.3

OA.8: MEA.4

OA9: MEA.3

O documento de Planeamento de Unidade Curricular (PUC), detalhado para cada aula, evidencia a relação entre os métodos pedagógicos de ensino (de acordo com a tipologia de aula) e os objetivos de aprendizagem.

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

The learning-teaching methodologies are aimed at the development of students considering the main learning competences that allow to fulfill each of the learning goals, therefore, in the grid below, it is presented the main interlinks between the learning-teaching methodologies (LTM) and the respective learning goals (LG):

LG.1: LTM.1

LG.2: LTM.1, LTM.2

LG.3: LTM.1, LTM.3

LG.4: LTM.1, LTM.3

LG.5: LTM.3

LG.6: LTM.3

LG.7: LTM.3

LG.8: LTM.4

LG.9: LTM.3

The document Planning Course (PUC), detailed for each class, shows the relationship between the teaching methods (according to the type of class) and learning goals.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Tugrul U. Daim, Melinda Pizarro, e outros. (2014), Planning and Roadmapping Technological Innovations: Cases and Tools (Innovation, Technology, and Knowledge Management), Springer.
Lester A. (2017), Project Management Planning and Control, 7th edition, Elsevier Science & Technology.

Mapa IV - Bases de Dados e Gestão de Informação**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Bases de Dados e Gestão de Informação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Database and Information Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=12; PL=24; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1 Conhecer os princípios básicos dos Sistemas de Informação e do seu papel nas organizações
OA2 Conhecer os conceitos fundamentais da Análise de Sistemas de Informação e saber desenvolver modelos semânticos (conceptuais) relativos a sistemas descritos em texto, através de aplicação prática da linguagem UML e compreender a sua conversão em modelos de Bases de Dados Relacionais (BD-R's)
OA3 Saber desenhar o Modelo Relacional de uma BD-R
OA4 Conhecer as formas normais e compreender a normalização duma BD-R existente com base em argumentos de desempenho
OA5 Saber criar e alterar a estrutura física duma BD-R por recurso à sintaxe da linguagem SQL
OA6 Saber utilizar as ferramentas de administração de um Sistemas de Gestão de Base de Dados
OA7 Desenvolver a autoaprendizagem, revisão por pares, trabalho em equipa, expressão oral e escrita

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

LO1 Know the basic principles of Information Systems and their role in organizations
LO2 Know the fundamental concepts of Information Systems Analysis and develop semantic (conceptual) models for systems described in text, through practical application of the UML language, and understand the conversion of such conceptual models into relational database models (RDBs)

LO3 Know how to model and design a Relational DB (RDB), with the Relational Model

LO4 Know the normal forms and relational algebra and understand the normalization of an existing RDB based on performance metrics

LO5 Know how to create and modify the physical structure of a RDB using SQL

LO6 Know how to use, at an elementary level, the administration tools associated with a Database Management System (DBMS)

LO7 Develop self-learning, peer review, teamwork, oral and written expression

4.4.5. Conteúdos programáticos:

C1 Introdução aos Sistemas de Informação e ao seu papel nas organizações

C2 Introdução à Análise de Sistemas de Informação com linguagem UML: Introdução, análise de requisitos, modelos de dados, esquemas e diagramas UML

C3 Desenho de Base de Dados. Modelo Relacional: relações, atributos, chaves primárias, chaves estrangeiras, regras de integridade, optimizações e índices

C4 Normalização. Redundância e inconsistência de dados. Formas normais

C5 Linguagem SQL – Variáveis de tabelas, operadores de conjuntos, queries simples, subqueries, operadores (SELECT, Insert, delete, update), views, índices, triggers, stored procedures e transações

C6 Introdução à administração de Sistemas de Gestão de Bases de Dados, SGBD

4.4.5. Syllabus:

S1 Introduction to Information Systems and its role in organizations

S2 Introduction to Information Systems Analysis with UML language: requirements analysis, data models, schemas and UML diagrams

S3 Database Design. Relational Model: relationships, attributes, primary keys, foreign keys, integrity rules, optimizations and indexes

S4 Normalization. Redundancy and inconsistency of data. Normal forms

S5 SQL Language - Table variables, set operators, simple queries, subqueries, operators (SELECT, Insert, delete, update), views, indexes, triggers, stored procedures and transactions

S6 Introduction to Database Management Systems administration, DBMS

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

O alinhamento dos conteúdos programáticos (CP) com os objetivos de aprendizagem (OA) é o seguinte:

OA1 - {C1}

OA2 - {C2}

OA3 - {C3, C4}

OA4 - {C3, C4 }

OA5 - {C5}

OA6 - {C6}

OA7 - {C1, C2, C3, C4, C5, C6}

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

The alignment of the syllabus items (CP) with the learning outcomes (OA) follows:

LO1 - {S1}

LO2 - {S2}

LO3 - {S3, S4}

LO4 - {S3, S4}

LO5 - {S5}

LO6 - {S6}

LO7 - {S1, S2, S3, S4, S5, S6}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Total de 150 horas:

- Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (12 h)

- Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo, apresentações convidadas (3 h)

- Aulas ativas: realização de exercícios, dos entregáveis do projeto de grupo e apresentação do projeto (21h)

- Aula de apoio tutorial(1h)

- Trabalho autónomo por parte do aluno: auto-estudo com apoio Coursera, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h)

UC com Avaliação Periódica, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória em 90% de todas as atividades da UC. Pesos da avaliação:

- Trabalhos lab individuais, 80% obrigatórios (25%)

- Projeto lab (grupo de 2), com discussão oral individual (50%)

- 2 mini-testes de resposta múltipla (25%)

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1º ou 2ª épocas, valendo 50% da nota, sendo

obrigatória a aprovação no Projeto em grupo ou a realização de um projeto individual (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

For a total of 150 hours:

- **Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, educational short videos (12 h).**
- **Participative lectures in the analysis and discussion of case studies and presentations from guest speakers (3 h).**
- **Tutorial support (1h)**
- **Active lectures for project/laboratory work, using state-of-the-art tools (21 h).**
- **Autonomous student work: self-study with Coursera support, review of the given theoretical material and group project work (113h)**

Course with Periodic Assessment, not by Final Exam. Presence required in 90% of all the activities.. Assessment weights:

- **Individual practical assignments, 80% of which are compulsory (25%)**
- **Lab project (in group of 2), with individual oral discussion (50%)**
- **2 multiple response Mini-tests (25%)**

A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (50% of the mark), with the completion and approval of the group project, or an individual project is mandatory (50%).

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

É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):

Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5 + OA6

Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA1 + OA2 + OA4 + OA6.

Aulas ativas com a realização de exercícios práticos e dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5 + OA6 + OA7

Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5 + OA6 + OA7

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

The correspondence between the teaching-learning methodologies and the learning objectives is as follows:

Expository lessons for oral presentation of the theoretical teaching units: LO1 + LO2 + LO3 + LO4 + LO5 + LO6

Participative lessons with analysis and discussion of case studies: LO1 + LO1 + LO4 + LO6.

Active classes with the realization of practical exercises and deliverables related to the group project: LO1 + LO2 + LO3 + LO4 + LO5 + LO6 + LO7

Self-study and autonomous work, to consult the bibliography, review the given subject and carry out the deliverables of the group work: LO1 + LO2 + LO3 + LO4 + LO5 + LO6 + LO7

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Gouveia, Feliz. Bases de Dados – Fundamentos e Aplicações – 2ª Edição Aumentada - FCA, 2021

Ramos, P, Desenhar Bases de Dados com UML, Conceitos e Exercícios Resolvidos, Editora Sílabo, 2ª Edição, 2007

Elmasri Ramez, Navathe Shamkant, ""Fundamentals Of Database Systems"", 7th Edition, Pearson, 2016

Michael Blaha, ""UML Database Modeling Workbook"", Technics Publications, LLC, 2014

Nunes, O'Neill, Fundamentos de UML, FCA Editora de Informática, 3ª Edição, 2004

C. J. Date, ""SQL and Relational Theory: How to Write Accurate SQL Code"", 3rd Edition, O'Reilly Media, 2011

Mapa IV - Análise Numérica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Numérica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:
37 (TP=18; PL=18; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

São objetivos de aprendizagem (OAs) desta UC:

OA1. Ter a perceção da relevância e desafios existentes no domínio de resolução analítica e numérica de modelos não-lineares;

OA2. Identificar as principais metodologias para resolução de modelos não-lineares estáticos;

OA3. Identificar as principais metodologias para resolução de modelos lineares e não-lineares dinâmicos;

OA4. Aprender a usar métodos de aproximação numérica para resolução de modelos não-lineares, quando não existe uma solução analítica;

OA5. Compreender porque é necessário recorrer a aproximação numérica e quais são as consequências de uma aproximação inexata;

OA6. Reconhecer a importância dos métodos de aproximação numérica para a determinação de uma solução de um problema não-linear e a variedade das suas aplicações em problemas reais.

OA7. Comunicar os resultados da computação numérica, com explicações adequadas e claras apoiadas em suporte gráfico.

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

The learning goals (LGs) of this CU are:

LG1. Understand the relevance and challenges that exist in the field of analytical and numerical solutions for nonlinear models;

LG2. Identify the main methodologies for solving static nonlinear models;

LG3. Identify the main methodologies for solving dynamic linear and nonlinear models;

LG4. Gain ability to use numerical approximations methods for solving nonlinear models, when analytical methods fail;

LG5. Understand why it is necessary to employ numerical methods to obtain an approximate solution and the consequences of an inexact approximation;

LG6. Recognize the importance of numerical approximation methods and the variety of applications in real life problems.

LG7. Communicate the results of numerical computation, with appropriate and clear explanations supported by graphical material.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Esta UC tem os seguintes conteúdos programáticos (CPs):

CP1. Introdução aos métodos numéricos com Python

CP2. Convergência e estabilidade. Erro e perda de significado da aproximação numérica.

CP3. Derivação numérica; solução de equações diferenciais ordinárias de primeira ordem (método de Runge–Kutta); existência e unicidade de soluções

CP4. Integração numérica: fórmulas de Newton-Cotes e quadratura de Gauss-Legendre para diferente número de pontos; mudança de intervalo; interpretação gráfica da quadratura; erro de integração

CP5. Zeros de uma função e procura de extremos de funções (com e sem diferenciabilidade, com e sem continuidade); métodos da bissecção e de Newton, método da secante. Introdução à solução de sistemas de equações não-lineares (método de Newton para sistemas)

CP6. Equações com diferenças e métodos iterativos

CP7. Solução de equações diferenciais ordinárias de ordem superior (aproximações de diferenças finitas de Euler)

4.4.5. Syllabus:

This CU has the following program contents (PCs):

PC1. Introduction to numerical methods with Python

PC2. Convergence and stability. Errors and loss of significance in numerical computations

PC3. Numerical differentiation; error deduction; solution of ordinary differential equations of the first order (Runge-Kutta method); existence and uniqueness of solutions

PC4. Numerical integration: Newton-Cotes formulas and Gauss-Legendre quadrature); interval change; integration error

PC5. Zeros of a function and optimization (with and without differentiability; with and without continuity); bisection method, Newton's method, secant method; introduction to the solution of systems of nonlinear equations (Newton's method for systems)

PC6. Equations with differences and iterative methods

PC7. Higher order ordinary differential equations (Euler finite difference approximations)

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

OA1: CP2-CP3-CP4-CP5-CP7

OA2: CP5-CP6-CP7

OA3: CP5-CP7

OA4: CP3-CP4-CP5

OA5: CP2

OA6: CP1-CP2-CP3-CP4-CP5-CP6-CP7

OA7: CP2-CP3-CP4-CP5-CP6-CP7

Os conteúdos programáticos estão estruturados com uma base teórica e científica, que permite alcançar e garantir conhecimento base dos atuais métodos numéricos para a determinação de uma solução aproximada de modelos não-lineares ou de larga escala. Isto irá permitir aos alunos compreender e dar resposta por forma a apresentarem soluções quando os métodos analíticos falham. Esta UC será um primeiro passo para os fundamentos de modelação e aproximação numérica que podem ser usadas em várias UCs, aplicações e projetos. Desta forma, há um pleno alinhamento dos CPs com os OAs da UC.

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1: PC2-PC3-PC4-PC5-PC6-PC7

LG2: PC5-PC6-PC7

LG3: PC5-PC7

LG4: PC3-PC4-PC5

LG5: PC2

LG6: PC1-PC2-PC3-PC4-PC5-PC6-PC7

LG7: PC2-PC3-PC4-PC5-PC6-PC7

The program contents (PCs) are structured with a theoretical and scientific basis, which will enable students to achieve and ensure basic knowledge of current numerical methods for determining an approximate solution of non-linear or large scale models. This will enable students to understand and provide solutions when analytical methods fail. This CU will be a first step into the fundamentals of numerical modeling and approximation that can be used in various courses, applications and projects. Thus, there is a full alignment of the PCs with the LGs of the UC.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: 2 trabalhos práticos em Python (50%) + Discussão individual dos 2 trabalhos práticos (20%) + 3 mini-testes (30%), ou

- Avaliação por Exame (65%), em qualquer uma das épocas de exame, onde um dos trabalhos práticos em Python (acima referidos) mantém o peso de 35% (com a discussão).

Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work;

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- Periodic assessment: 2 practical works in Python (50%) + Individual discussion of the two practical works (20%) + 3 mini-tests (30%)

- Assessment by Exam (65%), in any of the exam periods, where one of the practical Python practical work (mentioned above) maintains the weight of 35% (with discussion).

All the elements of evaluation have a minimum score of 8 points (scale 1-20).

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1: OA1, OA2, OA3, OA4, OA5

MEA2: OA2, OA3, OA4, OA5, OA6, OA7

MEA3: OA4, OA5, OA6, OA7

MEA4: OA2, OA3, OA4, OA5, OA6, OA7

MEA5: OA1, OA2, OA3, OA4, OA5, OA6

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs. associados a esses conteúdos programáticos.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

A resolução de problemas e outras atividades de aplicação dos conteúdos são, sempre que possível, contextualizadas em temas da transformação digital, o que potencia a aquisição de competências práticas.

Para fazer face ao número de horas de contacto, a metodologia de ensino-aprendizagem adotada inclui ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à lecionação e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1: LG1, LG2, LG3, LG4, LG5

LM2: LG2, LG3, LG4, LG5, LG6, LG7

LM3: LG4, LG5, LG6, LG7

LM4: LG2, LG3, LG4, LG5, LG6, LG7

LM5: LG1, LG2, LG3, LG4, LG5, LG6

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

Problem solving and other content application activities are, whenever possible, contextualized in digital

transformation issues, which enhances the acquisition of practical skills.

To cope with the number of contact hours, the teaching-learning methodology adopted includes innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Gupta R.K., (2019). *Numerical Methods: Fundamentals and Applications*. Cambridge University Press.
- Kong Q, Siau T., Bayen A.M. (2021). *Python Programming and Numerical Methods: A Guide for Engineers and Scientists*. Elsevier Inc..
- Cohen H. (2011). *Numerical Approximation Methods $\pi \approx 355/113$* . Springer New York.

Mapa IV - Otimização Matemática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Otimização Matemática

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Optimization

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=21; PL=15; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1. Formular problemas em programação linear e não-linear, com ou sem restrições, programação inteira e inteira mista e programação por metas.

OA2. Distinguir problemas lineares de não-lineares

OA3. Adequar e aplicar os conhecimentos teóricos à resolução dos problemas concretos.

OA4. Resolver o modelo matemático e interpretar as soluções.

OA5. Interpretar os relatórios de análise de sensibilidade.

OA6. Entender os pressupostos teóricos inerentes às condições de otimalidade.

OA7. Entender a especificidade da otimização convexa.

OA8. Distinguir entre extremos locais e globais e as dificuldades na sua classificação.

OA9. Adequar e aplicar os métodos iterativos de busca em linha.

- OA10. Distinguir as potencialidades e limitações dos métodos aplicados (convergência, robustez)**
OA11. Efetuar análises técnicas (objetivo único) e tomar decisões de compromisso (múltiplos objetivos).
OA12. Identificar a abordagem ou algoritmo adequados para um determinado problema de otimização.

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

- LG1. Formulate problems in linear and non-linear programming, integer programming and goal programming.**
LG2. Distinguish between linear and non-linear problems.
LG3. Adjust and apply the theoretical knowledge to solve concrete problems.
LG4. Solve mathematical models and interpret the solutions.
LG5. Interpret the sensitivity analysis reports.
LG6. Understand the theoretical assumptions inherent to optimality conditions.
LG7. Understand the specificity of convex optimization.
LG8. Distinguish between local and global extremes and the difficulties in their classification.
LG9. Adapt and apply iterative methods of line-search.
LG10. Distinguish the advantages and limitations of the applied methods (convergence, robustness).
LG11. Carrying out technical analysis (single objective) and making trade-off decisions (multiple objectives).
LG12. Identify the adequate approach or algorithm for a given optimization problem.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1. Formulação de problemas em otimização. Otimização livre versus condicionada**
CP2. Programação linear versus não-linear
CP3. Condições de otimalidade. Limitações dos métodos analíticos
CP4. Conceito de conjunto convexo e de função convexa. Otimização convexa
CP5. Técnicas de resolução geométrica
CP6. Métodos em programação linear. Simplex e big-M
CP7. Dualidade; problema dual e algoritmo dual do Simplex
CP8. Interpretação da solução e análise de sensibilidade
CP9. Fundamentos de otimização discreta. Programação binária, inteira e inteira mista. Planos de corte. Métodos híbridos
CP10. Programação linear multi-objetivo. Programação por metas. Método sequencial e das penalidades e pesos
CP11. Aproximações polinomiais e métodos de busca em linha. Critérios de convergência
CP12. Dualidade Lagrangeana. Condições de Karush-Kuhn-Tucker

4.4.5. Syllabus:

- LG1. Formulation of optimization problems. Free versus constrained optimization.**
LG2. Linear versus nonlinear programming
LG3. Optimality conditions. Limitations of analytical methods
LG4. Concept of convex set and convex function. Convex Optimization.
LG5. Geometric solving techniques
LG6. Linear programming methods. Simplex and big-M
LG7. Duality. Dual problem and Simplex dual algorithm
LG8. Interpretation os solutions and sensitivity analysis
LG9. Discrete optimization fundamentals. Binary, integer and mixed integer programming. Cutting plans. Hybrid Methods.
LG10. Multi-objective linear programming. Goal-oriented programming. Sequential and penalty-weight methods.
LG11. Polynomial approximations and line search methods. Convergence criteria.
LG12. Lagrangean duality. Karush-Kuhn-Tucker conditions.

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

- OA1: CP1, CP2, CP4, CP9, CP10**
OA2: CP1, CP2, CP4, CP5, CP9, CP10
OA3: de CP1 a CP12
OA4: CP5, CP6, CP7, CP8, CP9
OA5: CP8
OA6: CP3
OA7: CP4, CP5
OA8: CP3, CP4, CP11, CP12
OA9: CP11
OA10: CP8, CP11
OA11: CP6, CP11
OA12: de CP1 a CP12

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1: PC1, PC2, PC4, PC9, PC10

LG2: PC1, PC2, PC4, PC5, PC9, PC10

LG3: de PC1 a PC12

LG4: PC5, PC6, PC7, PC8, PC9

LG5: PC8

LG6: PC3

LG7: PC4, PC5

LG8: PC3, PC4, PC11, PC12

LG9: PC11

LG10: PC8, PC11

LG11: PC6, PC11

LG12: de PC1 a PC12

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: Teste 1 (35%) + Teste 2 (35%) + 2 trabalhos práticos em Python (25%) + 2 mini-testes online (5%), ou

- Avaliação por Exame (75%), em qualquer uma das épocas de exame, onde os trabalhos práticos (acima referidos) mantêm o peso de 25%.

Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- Periodic assessment: Test 1 (35%) + Test 2 (35%) + 2 practical work in Python (25%) + online 2 quizzes (5%), or

- Assessment by Exam (75%), in any of the exam periods, where the practical work (mentioned above) maintains the weight of 25%.

All the elements of the assessment have a minimum score of 8 points (scale 1-20).

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1 - de OA1 a OA12

MEA2 - de OA1 a OA12

MEA3 - de OA1 a OA12

MEA4 - de OA1 a OA12

MEA5 - de OA1 a OA12

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

A resolução de problemas e outras atividades de aplicação dos conteúdos são, sempre que possível, contextualizadas em temas da transformação digital, o que potencia a aquisição de competências práticas.

Para fazer face ao número de horas de contacto, as MEAs adotadas incluem ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à leção e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1 - from LG1 to LG12

LM2 - from LG1 to LG12

LM3 - from LG1 to LG12

LM4 - from LG1 to LG12

LM5 - from LG1 to LG12

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

Problem solving and other content application activities are, whenever possible, contextualized in digital transformation issues, which enhances the acquisition of practical skills.

To cope with the number of contact hours, the LMs adopted include innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Taha, H.A. (2017). Operations Research: an introduction, 10th Ed.. Pearson.

- Ragsdale, C.T. (2017). Spreadsheet Modeling and Decision Analysis: A Practical Introduction to Business Analytics. 8th Ed. Cengage Learning.

- Hillier, F.S. Lieberman, G.J. (2014). Introduction to Operations Research, 10th Ed.. McGraw-Hill.

- Nash, S.G, Sofer A. (1996). Linear and Nonlinear Programming. McGraw-Hill.

Mapa IV - Projeto em Tecnologias Digitais II**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Projeto em Tecnologias Digitais II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Project in Digital Technologies II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

No final da UC, o aluno deverá estar apto a: OA.1. Perceber o que é o empreendedorismo; OA.2. Conceber ideias inovadoras, usando técnicas de ideação e de ?design thinking?; OA.3. Elaborar propostas de valor, modelos de negócio e planos de negócio; OA.4. Promover a empresa, produtos e serviços; OA.5. Desenvolver, testar e demonstrar a funcionalidade de produtos, processos e serviços de base tecnológica; OA.6. Analisar a escalabilidade do negócio; OA.7. Preparar planos de internacionalização e de comercialização; OA.8. Procurar e analisar as fontes de financiamento

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

At the end of the learning unit, the student must be able to: LG.1. Understand entrepreneurship; LG.2. Create new innovative ideas, using ideation techniques and design thinking; LG.3. Create value propositions, business models, and business plans; LG.5. Develop, test and demonstrate technology-based products, processes and services; LG.6. Analyse business scalability; LG.7. Prepare internationalization and commercialization plans; LG.8. Search and analyse funding sources

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I. Introdução ao Empreendedorismo; II. Técnicas de geração e discussão de ideias; III. Criação de Propostas de Valor; IV. Comunicação de ideias de negócio; V. Desenho de Modelos de Negócio; VI. Elaboração de Planos de Negócio; VII. Teste e avaliação de protótipos de produtos, processos e serviços; VIII. Análise de escalabilidade; IX. Internacionalização e comercialização; X. Fontes de financiamento

4.4.5. Syllabus:

I. Introduction to Entrepreneurship; II. Generation and discussion of business ideas; III. Value Proposition Design; IV. Business Ideas Communication; V. Business Models Creation; VI. Business Plans Generation; VII. Minimum viable product (products, processes and services) test and evaluation; VIII. Scalability analysis; IX. Internationalization and commercialization; X. Funding sources

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

A demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem (OA), como a seguir se explicita: OA.1: I; AO.2:II; OA.3: III; V; VI; OA.4: IV; OA.5: VII; OA.6: VIII; OA.7: IX; OA.8: X

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

The demonstration of consistency stems from the interconnection of the syllabus with learning goals (LG) and is explained as follows: LG.1: I; LG.2:II; LG.3: III; V; VI; LG.4: IV; LG.5: VII; LG.6: VIII; LG.7: IX; LG.8: X

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEA): MEA.1: Expositivas, para apresentação do enquadramento teórico; MEA.2: Ilustrativas, para exemplificação dos conceitos teóricos em contextos reais; MEA.3: Argumentativas, com apresentação e discussão do trabalho de grupo; MEA.4: Demonstrativas para demonstrar os 30% de funcionalidade do protótipo (PPS).

Avaliação periódica:- Realização de projeto em grupo: primeira apresentação: 30%; segunda apresentação: 30%; relatório final: 40%; As apresentações, demonstrações e defesa são em grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

To contribute to the acquisition of these skills will be used the following learning-teaching methodologies (LTM):LTM.1: Expository, for presentation of the theoretical framework; TM.2: Case-based, to underline the theoretical concepts in real context; LTM.3: Argumentation, concerning presentation and discussion of group work; LTM.4: Experimental Demonstration to demonstrate the 30% of PPS prototype.

Periodic grading system: - Group project: first presentation: 30%; second presentation: 30%; final report: 40%.

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

As metodologias de ensino-aprendizagem visam o desenvolvimento das principais competências de aprendizagem dos alunos que permitam cumprir com cada um dos objectivos de aprendizagem, pelo que, na grelha a seguir, apresenta-se as principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respectivos objetivos de aprendizagem (OA): OA.1: MEA.1; OA.2: MEA.1, MEA.2, MEA.3; OA.3: MEA.1, MEA.2, MEA.3; OA.4: MEA.1, MEA.3; OA.5: MEA.1, MEA.3; OA.6: MEA.1, MEA.3; OA.7: MEA.1, MEA.3; OA.8: MEA.1, MEA.2. O documento de Planeamento de Unidade Curricular (PUC), detalhado para cada aula, evidencia a relação entre os métodos pedagógicos de ensino (de

acordo com a tipologia de aula) e os objectivos de aprendizagem.

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

The learning-teaching methodologies are aimed at the development of the students? main learning competences that allow to fulfill each of the learning goals, therefore, in the grid below, it is presented the main interlinks between the learning-teaching methodologies (LTM) and the respective learning goals (LG): LG.1: LTM.1; LG.2: LTM.1, LTM.2, LTM.3; LG.3: LTM.1, LTM.2, LTM.3; LG.4: LTM.1, LTM.3; LG.5: LTM.1, LTM.3; LG.6: LTM.1, LTM.3; LG.7: LTM.1, LTM.3; LG.8: LTM.1, LTM.2. The document Planning Course (PUC), detailed for each class, shows the relationship between the teaching methods (according to the type of class) and learning goals.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Mariotti, S., Glackin, C. (2015). Entrepreneurship: Starting and Operating A Small Business, Global Edition. Pearson; Dorf, R., Byers, T. Nelson, A. (2014). Technology Ventures: From Idea to Enterprise. McGraw-Hill Education; Burns, P. (2016). Entrepreneurship and Small Business. Palgrave Macmillan; Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley & Sons; Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2014). Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want. John Wiley & Sons.

Mapa IV - Gestão da Transformação Digital

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão da Transformação Digital

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Managing Digital Transformation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

310

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (T=12; TP=24; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

No final da UC, o aluno deverá estar apto a:

OA1. Compreender a natureza dos processos de Transformação Digital (TD) e o seu impacto nas organizações, nas sociedades e no mundo em geral.

- OA2. Identificar as principais categorias de Tecnologias Digitais e Modelos de Negócios relevantes;**
- OA3. Identificar os principais ingredientes de um processo de TD e saber como ele deve ser gerido;**
- OA4. Discutir e compreender casos concretos de TD em organizações reais;**
- OA5. Elaborar uma proposta concreta de um processo de TD;**

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

At the end of the course, the student should be able to

- OA1. Understand the nature of Digital Transformation (DT) processes and their impact in organizations, societies and the world in general;**
- OA2. Identify the main categories of Digital Technologies and relevant Business Models;**
- OA3. Identify the main ingredients of a DT process and to know how they should be managed;**
- OA4. Discuss and understand actual cases of DT in real organizations;**
- OA5. To prepare a proposal for a specific DT process;**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1. Introdução: As mudanças da Transformação Digital (TD);**
- CP2. Tecnologias Digitais e Modelos de Negócio;**
- CP3. Os Ingredientes da Transformação Digital e gestão deste tipo de processos;**
- CP4. Estudo de Caso Exemplificativo - Ilustração do Impacto da Transformação Digital;**
- CP5. Estudo de Casos específicos para ilustração de diversos aspectos da TD em organizações;**
- CP6. Proposta de Caso de TD por parte dos alunos;**

4.4.5. Syllabus:

- CP1. Introduction: Digital Transformation (DT) changes;**
- CP2. Digital Technologies and Business Models;**
- CP3. Digital Transformation Ingredients; DT process Management;**
- CP4. Case-study: Showing the impact of Digital Transformation;**
- CP5. Domain specific case studies discussed in detail;**
- CP6. Proposal by the students of a specific DT case;**

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

A demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem (OA), como a seguir se explicita:

- OA1. CP1**
- OA2. CP2**
- OA3. CP3**
- OA4. CP4, CP5**
- OA5. CP6**

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

The demonstration of coherence derives from the interconnection of the programmatic contents with the learning objectives (OA), as explained below: OA1. CP1

- OA2. CP2**
- OA3. CP3**
- OA4. CP4, CP5**
- OA5. CP6**

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEA):

- MEA.1: Expositivas, para apresentação do enquadramento teórico**
- MEA.2: Ilustrativas, para exemplificação dos conceitos teóricos em contextos de aplicação prática**
- MEA.3: Argumentativas, com apresentação e discussão dos casos**

Avaliação Periódica:

- Teste 1 (30%)**
- Discussão de Casos em grupo (40%)**
- Proposta de Caso (30%)**

Não é possível obter aprovação apenas através da realização de exame (100% da nota).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following teaching-learning methodologies will be used:

- MEA.1: Expository, for presentation of the theoretical framework**

MEA.2: Illustrative, for exemplification of the theoretical concepts in contexts of practical application
MEA.3: Argumentative, with presentation and discussion of case-studies;

Periodic Assessment:

- Test 1 (30%)
- Discussion of Case-Studies (40%) in group sessions;
- Case Proposal (30%)

It is not possible to obtain approval only through the exam (100% of the grade).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respetivos objetivos (OA):

- OA1. MEA 1
- OA2. MEA 1, MEA 3
- OA3. MEA 1
- OA4. MEA 1, MEA 2, MEA 3
- OA5. MEA 1, MEA 2, MEA 3

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

Main interconnections between the teaching-learning methodologies (MEA) and the respective objectives (OA):

- OA1. MEA 1
- OA2. MEA 1, MEA 3
- OA3. MEA 1
- OA4. MEA 1, MEA 2, MEA 3
- OA5. MEA 1, MEA 2, MEA 3

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Carapuça,R.,Revolução Digital: Quando Tudo é Possível.Glaciari/Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento,2018*
M.Wade,D.Bonnet,T.Yokoi,N.Obwegeser,H.Digital,Best Practices do Implement and Accelerate your Business Transformation,McGraw-Hill,2021
J.Loucks,J.Macauley,Andy Noronha,and Michael Wade,Digital Vortex: How Today's Market Leaders Can Beat Disruptive Competitors at Their Own Game; IMD - International Institute for Management Development,2016
S.Marshall,The Story of the Computer,a Technical and Business History,2015
G.G.Parker,M.W.Van Alstyne,Sangeet Paul Choudary,Platform Revolution - How Networked Markets are Transforming The Economy - and How to Make Them Work for You.WW Norton & Company,2016
E.Schaeffer,D.Sovie,Reinventing the Product: How to Transform your Business and Create Value in the Digital Age,Kogan Page,2019
A.Oliveira,The Digital Mind,How Science is Redefining Humanity,MIT Press,2017
Measuring the Digital Transformation.A Roadmap for the Future,OECD,2019

Mapa IV - Fundamentos de Análise de Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Análise de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Principles of Data Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*Após frequência bem sucedida na unidade curricular, os estudantes deverão ser capazes de:**OA1. Conhecer os diferentes formatos de dados.**OA2. Conhecer o ciclo completo dos dados.**OA3 Saber fazer uma análise exploratória de dados usando o R.**OA4. Implementar uma solução de análise de dados para um determinado problema.**OA5.Saber modelar um conjunto de dados.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***After attending the course, students should be able to:**OA1. Understand the different data formats.**OA2. Understand the complete data cycle.**OA3. Know how to perform an exploratory data analysis using R.**OA4. Implement a data analysis solution for a given problem.**OA5. Know how to model a data set.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***CP1. Introdução à análise de dados.**CP2. Dados e formato dos dados.**CP3. O ciclo completo de dados.**CP4. Exemplo de problemas.**CP5. Introdução ao R**CP6. Recolha e tratamento de dados não estruturados.**CP7. Visualização de dados.**CP8. Modelação e diferentes tipos de problemas de aprendizagem.**CP9. Métodos de avaliação de modelos.***4.4.5. Syllabus:***CP1. Introduction to data analysis.**CP2. Data and data formats.**CP3. The complete data cycle.**CP4. Sample problems.**CP5. Introduction to R**CP6. Collection and processing of unstructured data.**CP7. Data visualization.**CP8. Modeling and different types of learning problems.**CP9. Methods for model evaluation.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

A interligação entre os conteúdos programáticos(CP) e os objetivos de aprendizagem (OA) realiza-se da seguinte forma:

**OA1 – CP1,CP2,CP3;
OA2 – CP2,CP3,CP4;
OA3 - CP5,CP6;
OA4 – CP2,CP3,CP6, CP7;
OA5- CP8,CP9;**

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

The interconnection between the syllabus (CP) and the learning objectives (OA) is carried out as follows:

**OA1 – CP1,CP2,CP3;
OA2 – CP2,CP3,CP4;
OA3 - CP5,CP6;
OA4 – CP2,CP3,CP6, CP7;
OA5- CP8,CP9;**

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

"O processo ensino-aprendizagem é baseado em aulas teórico-práticas onde é feita a exposição de conceitos e metodologias, são apresentados exemplos de aplicação, e são resolvidos exercícios tipo com discussão e interpretação de resultados.

As aulas práticas de laboratório estão orientadas para realização de ensaios com instrumentação e elementos de malha de controlo incluindo a realização de mini-projetos de laboratório."

"Projecto (40%) + Exame escrito (60%)

Nota mínima no projecto: 8

Nota mínima no exame: 8

A possibilidade de realizar o exame escrito na época normal ou especial é condicionada de:

- **Presença nas aulas teóricas pelo menos (50%),**
- **Presença nas aulas teóricas- práticas pelo menos (50%)."**

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching-learning process is based on theoretical-practical classes where concepts and methodologies are presented, application examples are presented, and type exercises are solved with discussion and interpretation of results.

The practical laboratory classes are oriented towards carrying out tests with instrumentation and control loop elements, including the realization of mini-laboratory projects.

Project (40%) + Written exam (60%)

Minimum grade in the project: 8

Minimum exam grade: 8

The possibility of taking the written exam in the normal or special season is subject to:

- **Presence in theoretical classes at least (50%),**
- **Presence in theoretical-practical classes at least (50%).**

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

A apresentação teórica de conceitos e metodologias, complementada com a apresentação de exemplos de aplicação e a resolução de exercícios, proporcionará aos alunos os conhecimentos (saber saber) que estão subjacentes aos objetivos de aprendizagem (OA).

A realização de exercícios visando a resolução de problemas reais, proporcionará aos alunos as competências (saber-fazer) que estão subjacentes aos objetivos de aprendizagem (OA).

Em todas as aulas da UC serão cultivados valores como o espírito crítico, a imaginação e a ética para conferir aos alunos os comportamentos (saber estar) adequados a um futuro profissional diplomado.

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

The theoretical presentation of concepts and methodologies, complemented with the presentation of application examples and the resolution of exercises, will provide students with the knowledge (knowing how) that underlie the learning objectives (LO).

The realization of exercises aimed at solving real problems, will provide students with the skills (know-how) that underlie the learning objectives (LO).

In all classes at UC, values such as critical thinking, imagination and ethics will be cultivated to give students the behaviors (knowing how to be) suitable for a future graduate professional.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Torgo Luis; Data mining with R. ISBN: 978-1-4398-1018-7

Crawley, Michael J. 2012. The R Book. John Wiley & Sons.
C. O'Neil, R. Schutt. 'Doing Data Science: Straight Talk from the Frontline'. O'Reilly. 2013
P. Tattar, T. Ojeda, S. P. Murphy B. Bengfort, A. Dasgupta, Practical Data Science Cookbook, Second Edition. Packt Publishing. 2017

Mapa IV - Grafos e Redes em Logística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Grafos e Redes em Logística

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Graphs and Networks in Logistics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
 460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
 150

4.4.1.5. Horas de contacto:
 37 (TP=15; PL=21; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:
 6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
OA1. Compreender a linguagem da teoria de grafos, e a correspondente em ciência de redes, bem como a emergência destas áreas científicas.
OA2. Distinguir grafos de redes e os cenários de aplicação de cada uma das áreas científicas.
OA3. Representar problemas na estrutura de grafo ou de rede.
OA4. Avaliar de forma crítica a adoção de um modelo em rede, incluindo a partir de dados empíricos.
OA5. Compreender as métricas a extrair de um modelo e as características dos nós/vértices e dos arcos/arestas.
OA6. Executar pesquisas em grafos e em redes.
OA7. Dar os primeiros passos em deteção, inferência e controlabilidade.
OA8. Saber utilizar software para representação e visualização de redes.
OA9. Relacionar a aprendizagem em grafos e redes com temas e problemas abordados em outras UCs.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
LG1. Understand the language of graph theory, and the corresponding in network science, as well as the emergence of these scientific areas.
LG2. Distinguish graphs from networks and the application scenarios of each of the scientific areas.
LG3. Represent problems in graph or network structure.
LG4. Critically evaluate the adoption of a network model, including from empirical data.

- LG5. Understand the metrics to extract from a model and the characteristics of nodes/vertices and arcs/edges.**
- LG6. Perform graphs and networks research.**
- LG7. Take the first steps in detection, inference and controllability.**
- LG8. Know how to use software for network representation and visualization.**
- LG9. Relate the learning in graphs and networks with themes and problems discussed in other UC.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Esta UC tem os seguintes conteúdos programáticos (CPs):

- CP1 Introdução: como as redes estão presentes em todo o lado**
- CP2 Representação com grafos: digrafos, grafos bipartidos e hipergrafos**
- CP3 Conectividade, distribuições de grau e medidas básicas de rede**
- CP4 Introdução à pesquisa em redes: pesquisa em grafos e pesquisa não-informada**
- CP5 Pesquisa em redes: Dijkstra e A* (2h)**
- CP6 Representação e visualização de redes usando Python e o software NetworkX**
- CP7 Modelo mundos pequenos, conectores e ligações fracas**
- CP8 Direções e pesos**
- CP9 Métricas para redes estáticas e inferências**
- CP10 Modelos de rede**
- CP11 Adaptação de dados empíricos a modelos de rede**
- CP12 Iniciação à deteção comunitária (modularidade topológica)**
- CP13 Inferência da rede estrutural e controlabilidade**

4.4.5. Syllabus:

This UC has the following programmatic contents (PCs):

- PC1 Introduction: Networks everywhere**
- PC2 Graph representations, dyadic graphs, bipartite and hyper-graphs**
- PC3 Connectivity, degree distributions and basic network measures**
- PC4 Introduction to searching on networks: search graphs and uninformed search**
- PC5 Searching on networks: Dijkstra and A***
- PC6 Representing and visualizing networks using Python and NetworkX**
- PC7 Small Worlds, Hubs and weak links**
- PC8 Directions and weights**
- PC9 Metrics for static networks and inferences from them**
- PC10 Network models**
- PC11 Fitting empirical data to network models**
- PC12 Introduction to community detection (topological modularity)**
- PC13 Structural network inference and controllability**

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

- OA1 - CP1, CP7, CP11, CP12,**
- OA2 - CP2, CP4, CP5, CP7, CP10, CP12**
- OA3 - CP2, CP3, CP6**
- OA4 - CP4, CP5, CP7, CP10, CP11**
- OA5 - CP3, CP8, CP9**
- OA6 - CP4, CP5**
- OA7 - CP9, CP12, CP13**
- OA8 - CP6, CP11**
- OA9 - CP1, CP2, CP4, CP5, CP7, CP10, CP11**

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

The programme contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

- LG1 - PC1, PC7, PC11, PC12,**
- LG2 - PC2, PC4, PC5, PC7, PC10, PC12**
- LG3 - PC2, PC3, PC6**
- LG4 - PC4, PC5, PC7, PC10, PC11**
- LG5 - PC3, PC8, PC9**
- LG6 - PC4, PC5**
- LG7 - PC9, PC12, PC13**
- LG8 - PC6, PC11**
- LG9 - PC1, PC2, PC4, PC5, PC7, PC10, PC11**

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: 2 trabalhos práticos em Python (2x35%) + Discussão individual dos trabalhos práticos em Python (2x10%) + 4 minitestes (4x2,5%) ou

- Avaliação por Exame (55%), em qualquer uma das épocas de exame, onde um dos trabalhos práticos em Python (acima referidos) mantém o peso de 45% (com a discussão). Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- Periodic assessment: 2 practical works in Python (2x35%) + Individual discussion of the practical works in Python (3x10%) + 4 online mini-tests (4x2,5%) or

- Assessment by Exam (55%), in any of the exam periods, where one of the practical Python practical work (mentioned above) maintains the weight of 45% (with discussion).

All the elements of evaluation have a minimum score of 8 points.

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1 - de OA1 a OA9

MEA2 - de OA1 a OA9

MEA3 - de OA1 a OA9

MEA4 - de OA1 a OA9

MEA5 - de OA1 a OA9

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

Para fazer face ao número de horas de contacto, a metodologia de ensino-aprendizagem adotada inclui ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à lecionação e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The teaching-learning methodologies (TLMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

TLM1 - from LG1 to LG9

TLM2 - from LG1 to LG9

TLM3 - from LG1 to LG9

TLM4 - from LG1 to LG9

TLM5 - from LG1 to LG9

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

To cope with the number of contact hours, the teaching-learning methodology adopted includes innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Menczer F., Fortunato S., Davis C.A. (2020). *A first course in network science*. Cambridge University Press. ISBN 978-1108471138

Hagberg A., Schult D., Swart P. (2019). *NetworkX Reference Release 2.4rc1.dev20190905184015*

Sayama H. (2015). *Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems*. Open SUNY Textbooks. Milne Library.

Mapa IV - Modelação Financeira

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação Financeira

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Financial Modelling

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=30; PL=6; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1. Analisar, relacionar, comparar e sintetizar conceitos na resolução de problemas financeiros

OA2. Extrair informação por análise de modelos e fazer deduções a partir dos dados financeiros

OA3. Compreender conceitos e métodos utilizados em cálculo financeiro e em matemática financeira

OA4. Calcular juros simples e compostos, taxas, prestações e diferentes tipos de desconto

OA5. Entender e argumentar sobre equivalência de capitais, opções de financiamento e sistemas de amortização

OA6. Adquirir os conhecimentos analíticos básicos para aplicar o conceito de juro na solução de problemas de empréstimo e investimento de capital

OA7. Modelar relações financeiras usando o cálculo diferencial

OA8. Compreender a importância da modelação financeira para melhoria da performance empresarial

OA9. Aplicar a matemática nos processos financeiros de uma empresa (ou do mercado empresarial) e nos planos

financeiros, quer sejam estratégicos (de longo prazo) quer sejam operacionais (de curto prazo).

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

LG1. Analysing, comparing and synthesising concepts in solving financial problems.

LG2. Extracting information by analysing models and making deductions from financial data.

LG3. Understand concepts and methods used in financial calculus and financial mathematics.

LG4. Calculate simple and compound interest, rates, instalments and different types of discounts

LG5. Understand and argue about equivalence of capital, financing options and amortisation systems.

LG6. Acquire the basic analytical knowledge to apply the concept of interest in the solution of loan and capital investment problems

LG7. Model financial relationships using differential calculus.

LG8. Understand the importance of financial modelling to improve business performance.

LG9. Apply mathematics in the financial processes of a company (or of the business market) and in financial plans, whether strategic (long term) or operational (short term).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CP1 Conceitos e termos em finanças. Análise e previsão de extratos financeiros. Previsão de receitas. Equivalência de capitais

CP2 Valor temporal do dinheiro. Orçamentação de tesouraria. Custo de capital. Lucro e break even

CP3 Orçamentação de capital: análise de risco com cenários e simulações de Monte Carlo

CP4 Avaliação de ações comuns e obrigações. Diversificação do tempo e risco de investimento a longo prazo

CP5 Modelos de carteiras. Estimativa do risco sistemático e testes dos modelos de preços de ativos

CP6 VBA em carteiras eficientes de variações médias. Otimização e análise de tipos de carteira. Abordagem Black-Litterman

CP7 Simulação de preços de ações e retornos de carteira. Simulação do crescimento dos ativos da reforma

CP8 Opções de preços e produtos estruturados com o modelo Black-Scholes

CP9 Modelo de preços da opção binomial. Método Monte Carlo para fixar preços de opções exóticas

CP10 Estimativa e controlo da sensibilidade à taxa de juro por estratégias de imunização

4.4.5. Syllabus:

PC1 Concepts and terms in finance. Analysis and forecasting of financial extracts. Income forecasting. Equivalence of capital

PC2 Time value of money. Cash budgeting. Cost of capital. Profit and break even.

PC3 Capital budgeting: risk analysis with scenarios and Monte Carlo simulations

PC4 Evaluating common stocks and bonds. Time diversification and long term investment risk.

PC5 Portfolio models. Estimating systematic risk and testing asset pricing models

PC6 VBA for creating efficient mean-variance portfolios. Portfolio optimization and style analysis. Black-Litterman approach.

PC7 Simulation of stock prices and portfolio returns. Simulating retirement asset growth.

PC8 Pricing options and structured products with the Black-Scholes model

PC9 Binomial option pricing model. Monte Carlo method for pricing exotic options

PC10 Estimation and control of interest rate sensitivity by immunization strategies.

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

OA1: de CP1 a CP10

OA2: CP5, CP6, CP7, CP8, CP9, CP10

OA3: CP1, CP2, CP3, CP4

OA4: CP1, CP2

OA5: CP1, CP2, CP3

OA6 - CP4, CP5, CP6, CP7, CP8

OA7 - CP3, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9

OA8 - CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9

OA9 - de CP1 a CP10

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1: de PC1 a PC10

LG2: PC5, PC6, PC7, PC8, PC9, PC10

LG3: PC1, PC2, PC3, PC4

LG4: PC1, PC2

LG5: PC1, PC2, PC3

LG6 - PC4, PC5, PC6, PC7, PC8
 LG7 - PC3, PC5, PC6, PC7, PC8, PC9
 LG8 - PC3, PC4, PC5, PC6, PC7, PC8, PC9
 LG9 - de PC1 a PC10

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: Teste 1 (40%) + Teste 2 (40%) + Trabalho prático em Python (ou MATLAB) (15%) + 2 mini-testes online (5%), ou

- Avaliação por Exame (85%), em qualquer uma das épocas de exame, onde o trabalho práticos (acima referido) mantém o peso de 15%.

Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (out of 20) in one of the following modalities:

- Periodic assessment: Test 1 (40%) + Test 2 (40%) + Practical work in Python (or MATLAB) (15%) + 2 quizzes (5%), or

- Assessment by Exam (85%), in any of the exam periods, where the practical work (mentioned above) maintains the weight of 15%.

All the elements of the assessment have a minimum score of 8 points (out of 20).

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1 - de OA1 a OA9

MEA2 - de OA1 a OA9

MEA3 - de OA1 a OA9

MEA4 - de OA1 a OA9

MEA5 - de OA1 a OA9

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

Para fazer face ao número de horas de contacto, a metodologia de ensino-aprendizagem adotada inclui ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à lecionação e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The teaching-learning methodologies (TLMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

TLM1 - from LG1 to LG9

TLM2 - from LG1 to LG9

TLM3 - from LG1 to LG9

TLM4 - from LG1 to LG9

TLM5 - from LG1 to LG9

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

To cope with the number of contact hours, the teaching-learning methodology adopted includes innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Chambers D.R., Qin L. (2021). Introduction to financial mathematics: with computer applications. Chapman & Hall/CRC Press. ISBN 978-0367410391

Wilders R.J. (2020). Financial Mathematics for Actuarial Science: The Theory of Interest. Taylor & Francis Group/CRC Press. ISBN: 978-0367253080

Ohsaki S., Ruppert-Felsot J., Yoshikawa D. (2018). R Programming and Its Applications in Financial Mathematics. Taylor & Francis Group/CRC Press. ISBN: 978-1498766098

Mapa IV - Aprendizagem Automática e Complexidade Algorítmica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aprendizagem Automática e Complexidade Algorítmica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Machine Learning and Algorithmic Complexity

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=12; PL=24; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1. Conhecer a história da aprendizagem automática e compreender os diferentes conceitos, fundamentos e aplicações

OA2. Compreender os algoritmos do tipo supervisionado: árvores de decisão, regressão linear e logística, Support Vector Machines (SVM), Classificação Naive-Bayes;

- OA3. Compreender os algoritmos do tipo não-supervisionado: K-means;**
- OA4. Conhecer e compreender os algoritmos do tipo por reforço: Q-learning;**
- OA5. Conhecer a utilização de variáveis contínuas e categóricas para utilização em algoritmos de aprendizagem automática; Classificação e Regressão;**
- OA6. Conhecer e compreender o funcionamento das Redes Neurais Artificiais (RNA);**
- OA7. Conhecer e compreender o funcionamento das Redes Neurais Recorrentes (RNR) e Redes Neurais Convolucionais (RNC) - Aprendizagem Profunda;**
- OA8. Abordar e resolver os desafios da complexidade algorítmica;**
- OA9. Reforçar e consolidar a linguagem de programação Python como base para a aplicação de algoritmos de aprendizagem de máquinas.**

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

- LG1. Know the history of machine learning and understand the different concepts, fundamentals and applications;**
- LG2. Understand the supervised algorithms: decision trees, linear and logistic, regression, Support Vector Machines (SVM), Naive-Bayes Classification;**
- LG3. Understand the unsupervised algorithms: K-means clustering;**
- LG4. Know and understand reinforcement algorithms: Q-learning;**
- LG5. Know the use of continuous and categorical variables for use in machine learning algorithms; Classification and Regression;**
- LG6. Know and understand Artificial Neural Networks (ANN);**
- LG7. Know and understand Recurrent Neural Networks (RNR) and Convolutional Neural Networks (CNN) - Deep Learning;**
- LG8. Address and solve the challenges of algorithmic complexity;**
- LG9. Reinforce and consolidate the Python programming language as a basis for the application of machine learning algorithms.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1. Introdução à Aprendizagem Automática: história, fundamentos e conceitos base**
- CP2. Conceitos e técnicas em complexidade algorítmica**
- CP3. Aprendizagem supervisionada: support vector machines (SVM), árvores de decisão, regressões linear e logística, classificação Naive-Bayes;**
- CP4. Aprendizagem não-supervisionada: K-means clustering;**
- CP5. Aprendizagem por reforço: Q-learning**
- CP6. Classificação e regressão. Variáveis numéricas / contínuas e categóricas / discretas**
- CP7. Perceptron, redes neuronais de tipo Feed-Forward. Redes Neurais Artificiais (RNAs). Métricas de avaliação da convergência e da performance dos modelos de RNAs;**
- CP8 RNAs multicamadas e algoritmo de backpropagation, hiperparâmetros**
- CP9. Aprendizagem profunda: redes neuronais recorrentes (RNRs) e redes neuronais convolucionais (RNCs).**

4.4.5. Syllabus:

- PC1. Introduction to Machine Learning (ML): the history, fundamentals and basic concepts;**
- PC2. Concepts and techniques in algorithmic complexity;**
- PC3. Supervised learning: support vector machines (SVM), decision trees, linear and logistic regression, Naive-Bayes classification;**
- PC4. Non-supervised learning: K-means clustering;**
- PC5. Reinforcement Learning: Q-learning;**
- PC6. Classification and regression. Numeric / Continuous and Categorical / Discrete variables;**
- PC7. Perceptron, feed-forward neural networks. Artificial neural networks (ANNs). Metrics for evaluating the convergence and performance of ANN models;**
- PC8. Multilayer ANNs and backpropagation algorithm, hyperparameters;**
- PC9. Deep Learning: recurrent neural networks (RNNs) and convolutional neural networks (CNNs).**

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

- OA1: CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9**
- OA2: CP2, CP3**
- OA3: CP2, CP4**
- OA4: CP2, CP5**
- OA5: CP2, CP6**
- OA6: CP6, CP7**
- OA7: CP6, CP8,**
- OA8: CP2**
- OA9: CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9**

Os CPs apresentados exploram a formação técnica necessária para dotar os alunos de competências que permitem aprender, conhecer e explorar os OAs desta UC. Para além disso, permite aos alunos obter a experiência necessária para aplicar os modelos gerados em projetos de investigação, empresariais ou de outra natureza aplicável, permitindo também o apoio na tomada de decisão que poderá ser auxiliado / suportado por algoritmos de aprendizagem automática.

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1: PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7, PC8, PC9

LG2: PC2, PC3

LG3: PC2, PC4

LG4: PC2, PC5

LG5: PC2, PC6

LG6: PC6, PC7

LG7: PC6, CP8,

LG8: PC2

LG9: PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7, PC8, PC9

The PCs presented explore the technical training necessary to endow students with skills that allow them to learn, know and explore the LGs of this CU. In addition, it allows students to obtain the necessary experience to apply the models generated in research projects, business or other applicable nature, also allowing support in decision-making that may be aided / supported by machine learning algorithms.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) na realização de um trabalho prático individual de projeto, que envolve a apresentação de um documento sob forma de relatório de trabalho (65%) e uma apresentação oral (35%). O objetivo principal será avaliar o aluno sobre a capacidade de desenvolvimento implementação de um ou mais algoritmos de aprendizagem automática que possibilite resolver um problema não-trivial.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in the realization of an individual practical work type-project which involves the presentation of a document in the form of a work report (65%) and an oral presentation (35%). The main goal will be to evaluate the students' ability to develop the implementation of one or more machine learning algorithms that make it possible to solve a non-trivial problem.

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1 - de OA1 a OA9

MEA2 - de OA1 a OA9

MEA3 - de OA1 a OA9

MEA4 - de OA1 a OA9

MEA5 - de OA1 a OA9

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

Para fazer face ao número de horas de contacto, a metodologia de ensino-aprendizagem adotada inclui ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à lecionação e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial

necessário.

As MEAs de tipologia teórico-prática (TP) permitem ao aluno a exploração autónoma e progressiva dos diversos tópicos leccionados pelo docente nas aulas, possibilitando a consolidação e auto-aprendizagem dos conhecimentos. Tendo em conta que a área da Aprendizagem Automática está em constante evolução, a exploração individual por parte do aluno torna não só torna a sua experiência mais atrativa, como também, para fins de avaliação, incentiva à originalidade e criatividade no momento de aplicação do(s) algoritmo(s) de aprendizagem automática, que é sempre alvo de uma constante monitorização e acompanhamento pela equipa docente que esta Unidade Curricular integra.

As aulas são teórico-práticas (TP=12h) e laboratoriais (PL=24h) com exploração e elaboração de algoritmos. É aconselhado o número mínimo de 8 a 9 horas semanais em trabalho autónomo (MEA5) para consulta da bibliografia indicada, resolução de exercícios e problemas, exploração computacional e revisão de conteúdos programáticos.

Cada aula tem a duração de 3 horas. Inicialmente as aulas serão bastante expositivas, passando progressivamente para aulas mais práticas, permitindo aos alunos explorarem os algoritmos à medida que são apresentados. Haverá também um apoio constante do docente aos projetos finais dos alunos.

A componente de projeto, com carácter obrigatório na avaliação, permite uma consolidação de conhecimentos e aquisição de capacidades conforme os objetivos de aprendizagem traçados para a UC.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1 - from LG1 to LG9

LM2 - from LG1 to LG9

LM3 - from LG1 to LG9

LM4 - from LG1 to LG9

LM5 - from LG1 to LG9

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

To cope with the number of contact hours, the teaching-learning methodology adopted includes innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

The LMs of the theoretical-practical (TP) classes allow the student to explore autonomously and progressively the various topics presented by the teacher in class, enabling the consolidation and self-learning of knowledge. Having in mind that the Machine Learning area is in constant evolution, the individual exploration by the student makes not only the experience more captivating, but also, for evaluation purposes, encourages the originality and creativity at the moment of applying the machine learning algorithm(s), which is always subject of a constant monitoring and follow-up by the teaching service that this CU integrates.

The classes are theoretical-practical (TP=12h) and laboratory (PL=24h) with exploration and development of algorithms. It is recommended a minimum of 8 to 9 weekly hours of autonomous work (MEA5) to consult the indicated bibliography, to solve exercises and problems, to explore and to review the program contents.

Each lesson lasts 3 hours. Initially the classes will be quite expository, moving progressively to more practical classes, allowing students to explore the algorithms as they are presented. There will also be constant support from the teacher to the students' final projects.

The project component, with mandatory character in the assessment, allows a consolidation of knowledge and acquisition of skills according to the learning goals established for the course unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Géron, A. (2019). *Hands-On Machine Learning With Scikit-Learn, Keras, And Tensorflow : Concepts, Tools, And Techniques To Build Intelligent Systems*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc..

- Ller, A., Guido, S. (2017). *Introduction To Machine Learning With Python: A Guide For Data Scientists*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc..

- Theobald, O. (2017). *Machine Learning For Absolute Beginners: A Plain English Introduction*. United States.

- Raschka, S. & Mirjalili, V. (2019). *Python Machine Learning : Machine Learning And Deep Learning With Python, Scikit-Learn, And Tensorflow*. Birmingham: Packt Publishing, Limited.

Mapa IV - Projeto em Tecnologias Digitais III

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto em Tecnologias Digitais III**4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Project in Digital Technologies III*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:****460****4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):*****Semestral / Semester*****4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):****150****4.4.1.5. Horas de contacto:*****37 (TP=36; OT=1)*****4.4.1.6. Créditos ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****---****4.4.1.7. Observations:****---****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****---****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****---****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****No final desta UC, o aluno deverá estar apto a:******OA.1. Apresentar a imagem do produto/serviço num sítio web******OA.2. Apresentar a imagem do produto/serviço em redes sociais******OA.3. Descrever as funcionalidades do produto/serviço******OA.4. Descrever as fases do plano de desenvolvimento******OA.5. Desenvolver a totalidade do protótipo******OA.6. Testar o protótipo em laboratório******OA.7. Realizar os ajustes para o funcionamento do produto, processo ou serviço******OA.8. Otimizar a produção do produto, processo ou serviço tendo em consideração aspetos económicos, impacto social e ambiental******OA.9. Rever o plano de negócio após desenvolvimento e testes, incluindo os vários aspetos de comercialização e imagem******OA.10. Definir o plano de manutenção e gestão de produto/serviço*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****At the end of this UC, the student should be able to:******LG.1. Present the image of the product/service in a website******OA.2. Present the image of the product/service in social networks******OA.3. Describe functionalities of the product/service******OA.4. Describe phases of the development plan******OA.5. Develop a prototype******OA.6. Test the prototype in laboratory******OA.7. Correct the product/service according to tests******OA.8. Optimize the product/service considering economic, social, and environmental aspects******OA.9. Adjust the business plan after development and tests, including commercialization and image******OA.10. Define product/service management and maintenance plan***

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- I. Desenvolvimento da imagem do produto/serviço*
- II. Funcionalidades do produto/serviço*
- III. Plano de desenvolvimento*
- IV. Desenvolvimento do produto/serviço (web/mobile ou outro)*
- V. Revisão do plano de negócio*
- VI. Manutenção e gestão de produto/serviço*
- VII. Planos de certificação*
- VIII. Propriedade intelectual, patentes e documentação de suporte*
- IX. Principais aspetos para a criação de startup - jurídicos, contabilidade, registo, contratos, capital social, obrigações, impostos*

4.4.5. Syllabus:

- I. Development of the product/service image*
- II. Functionalities of the product/service*
- III. Development plan*
- IV. Development of the product/service (web/mobile or other)*
- V. Revision of the business plan*
- VI. Management and maintenance of the product/service*
- VII. Certification plan*
- VIII. Intellectual property, patents, and support documentation*
- IX. Main aspects for the creation of a startup - juridical, account, registry, contracts, social capital, obligations, taxes*

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

A demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem (OA), como a seguir se explicita:

- OA.1: I*
- OA.2: I*
- OA.3: II*
- OA.4: III*
- OA.5: IV*
- OA.6: IV*
- OA.7: IV*
- OA.8: IV*
- OA.9: V*
- OA.10: VI*

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

The demonstration of consistency stems from the interconnection of the syllabus with learning goals (LG) and is explained as follows:

- LG.1: I*
- LG.2: I*
- LG.3: II*
- LG.4: III*
- LG.5: IV*
- LG.6: IV*
- LG.7: IV*
- LG.8: IV*
- LG.9: V*
- LG.10: VI*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEA): MEA.1: Expositivas, para apresentação do enquadramento teórico; MEA.2: Ilustrativas, para exemplificação dos conceitos teóricos em contextos reais; MEA.3: Argumentativas, com apresentação e discussão do trabalho de grupo; MEA.4: Demonstrativas para demonstrar os 30% de funcionalidade do protótipo (PPS).

Avaliação periódica:- Realização de projeto em grupo: primeira apresentação: 30%; segunda apresentação: 30%; relatório final: 40%; As apresentações, Demonstrações e Defesa são em grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

To contribute to the acquisition of these skills will be used the following learning-teaching methodologies (LTM):LTM.1: Expository, for presentation of the theoretical framework; TM.2: Case-based, to underline the theoretical concepts in real context; LTM.3: Argumentation, concerning presentation and discussion of group work; LTM.4: Experimental

Demonstration to demonstrate the 30% of PPS prototype.

Periodic grading system: - Group project: first presentation: 30%; second presentation: 30%; final report: 40%. The presentations, demonstrations and Defence are in group.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
As metodologias de ensino-aprendizagem visam o desenvolvimento das principais competências de aprendizagem dos alunos que permitam cumprir com cada um dos objectivos de aprendizagem, pelo que, na grelha a seguir, apresenta-se as principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respectivos objectivos de aprendizagem (AO):
- OA.1: MEA.1**
 - OA.2: MEA.1, MEA.2**
 - OA.3: MEA.1, MEA.3**
 - OA.4: MEA.1, MEA.3**
 - OA.5: MEA.3**
 - OA.6: MEA.3**
 - OA.7: MEA.3**
 - OA.8: MEA.1, MEA.3**
 - OA.9: MEA.1, MEA.3**
 - OA.10: MEA.1, MEA.3**
- O documento de Planeamento de Unidade Curricular (PUC), detalhado para cada aula, evidencia a relação entre os métodos pedagógicos de ensino (de acordo com a tipologia de aula) e os objectivos de aprendizagem.**

- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**
The learning-teaching methodologies are aimed at the development of students considering the main learning competences that allow to fulfill each of the learning goals, therefore, in the grid below, it is presented the main interlinks between the learning-teaching methodologies (LTM) and the respective learning goals (LG):
- LG.1: LTM.1**
 - LG.2: LTM.1, LTM.2**
 - LG.3: LTM.1, LTM.3**
 - LG.4: LTM.1, LTM.3**
 - LG.5: LTM.3**
 - LG.6: LTM.3**
 - LG.7: LTM.3**
 - LG.8: LTM.1, LTM.3**
 - LG.9: LTM.1, LTM.3**
 - LG.10: LTM.1, LTM.3**
- The document Planning Course (PUC), detailed for each class, shows the relationship between the teaching methods (according to the type of class) and learning goals.**

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
Mariotti, S., Glackin, C. (2015). *Entrepreneurship: Starting and Operating A Small Business, Global Edition*. Pearson; Dorf, R., Byers, T. Nelson, A. (2014). *Technology Ventures: From Idea to Enterprise*. McGraw-Hill Education; Burns, P. (2016). *Entrepreneurship and Small Business*. Palgrave Macmillan; Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. John Wiley & Sons; Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2014). *Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want*. John Wiley & Sons.

Mapa IV - Introdução ao Controlo de Gestão

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**
Introdução ao Controlo de Gestão
- 4.4.1.1. Title of curricular unit:**
Introduction to Management Control
- 4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**
340
- 4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):**
Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1. Compreender a natureza e o âmbito do controlo de gestão nas funções da gestão

OA2. Conhecer a importância do controlo de gestão em tomada de decisão, nomeadamente no planeamento estratégico e operacional;

OA3. Entender o papel do controlo de gestão na melhoria da competitividade de uma organização e na maximização de valor;

OA4. Conhecer as diferentes componentes de gestão numa organização e iniciar-se na articulação entre a contabilidade de gestão, o controlo de gestão e a visão estratégica;

OA5. Operacionalizar o controlo de gestão na avaliação da performance de uma organização;

OA6. Conhecer os principais instrumentos de avaliação da performance financeira e integrada de uma organização;

OA7. Escolher, desenvolver e aplicar instrumentos de controlo de gestão adequados à estrutura e aos objetivos de uma organização;

OA8. Adquirir uma visão integrada e prática do processo global de planeamento e controlo numa organização.

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

LG1. Understand the nature and scope of management control in the management functions;

LG2. Know the importance of management control in decision making, namely in strategic and operational planning;

LG3. Understand the role of management control in the improvement of the competitiveness of an organization and in the value maximization;

LG4. Know the different management components in an organization and initiate the articulation between management accounting, management control and strategic vision;

LG5. Operationalize management control in the evaluation of the performance of an organization;

LG6. Know the main instruments for the evaluation of the financial and integrated performance of an organization;

LG7. Choose, develop and apply management control instruments adequate to the structure and objectives of an organization;

LG8. Acquire an integrated and practical vision of the global process of planning and control in an organisation.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CP1 Análise estratégica e caratér multidimensional da performance da gestão. Monitorização da performance
CP2 Controlo de gestão (CG): evolução e princípios. CG retrospectivo, prospetivo e integrado. Papel do controlador nas funções da gestão
CP3 Fases, vantagens e limitações dos sistemas de CG. Sistema de Corporate Governance
CP4 Planeamento estratégico e operacional. Modelos de ciclo único e com múltiplos ciclos.
CP5 Dados financeiros em CG. Modelos de apuramento dos resultados por absorção e contribuição. Margem de contribuição residual e Economic Value Added (EVA). Custo baseado nas atividades (CBA). Risco económico
CP6 Gestão de valor. Controle orçamental. Análise de desvios por causa
CP7 Instrumentos: Tableaux de Bord, Balanced Scorecard (BS) e Dashboards. Mapas estratégicos
CP8 Sistema de informação para CG. Integração do EVA, CBA e BS. KPIs
CP9 Centros de responsabilidade e critérios de avaliação da sua performance. Sistemas de incentivos. Preços de transferência interna

4.4.5. Syllabus:

CP1 Strategic and multidimensional analysis of management performance. Performance monitoring
CP2 Management control (MC): evolution and principles. Retrospective, prospective and integrated MC. Controller's role in management functions
CP3 Phases, advantages and limitations of MC systems. Corporate Governance System
CP4 Strategic and operational planning. Single cycle and multi cycle models
CP5 Financial data in MC. Models of calculation of results by absorption and contribution. Residual contribution margin and Economic Value Added (EVA). Activity-based costing (ABC) and activity-based management (ABM). Economic risk
CP6 Value management. Budgetary control. Variance analysis by cause
CP7 Instruments: Tableaux de Bord, Balanced Scorecard (BS) and Dashboards. Strategic maps
CP8 Information System for MC. Integration of EVA, CBA and BS. KPIs
CP9 Responsibility centres and evaluation criteria of its performance. Incentive systems. Internal transfer pricing.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

OA1: de CP1 a CP9
OA2: CP2, CP3, CP4, CP5, CP6
OA3: de CP1 a CP9
OA4: de CP1 a CP9
OA5: CP5, CP6, CP7
OA6: CP7, CP8, CP9
OA7: CP3, CP7, CP8, CP9
OA8: CP3, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1: de PC1 a PC9
LG2: PC2, PC3, PC4, PC5, PC6
LG3: de PC1 a PC9
LG4: de PC1 a PC9
LG5: PC5, PC6, PC7
LG6: PC7, PC8, PC9
LG7: PC3, PC7, PC8, PC9
LG8: PC3, PC5, PC6, PC7, PC8, PC9

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):
MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência
MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias
MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo
MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais
MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- **Avaliação periódica: Teste 1 (40%) + Teste 2 (40%) + Trabalho prático em Python (ou MATLAB) (15%) + 2 mini-testes online (5%), ou**
- **Avaliação por Exame (85%), em qualquer uma das épocas de exame, onde o trabalho práticos (acima referido) mantém o peso de 15%.**

Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (out of 20) in one of the following modalities:

*- Periodic assessment: Test 1 (40%) + Test 2 (40%) + Practical work in Python (or MATLAB) (15%) + 2 quizzes (5%), or
- Assessment by Exam (85%), in any of the exam periods, where the practical work (mentioned above) maintains the weight of 15%.*

All the elements of the assessment have a minimum score of 8 points (out of 20).

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1 - de OA1 a OA7

MEA2 - de OA1 a OA7

MEA3 - de OA1 a OA7

MEA4 - de OA1 a OA7

MEA5 - de OA1 a OA7

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

Para fazer face ao número de horas de contacto, a metodologia de ensino-aprendizagem adotada inclui ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à lecionação e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The teaching-learning methodologies (TLMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

TLM1 - from LG1 to LG7

TLM2 - from LG1 to LG7

TLM3 - from LG1 to LG7

TLM4 - from LG1 to LG7

TLM5 - from LG1 to LG7

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

To cope with the number of contact hours, the teaching-learning methodology adopted includes innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Jordan H., Carvalho das Neves J., Rodrigues J.A. (2015). O controlo de gestão: ao serviço da estratégia e dos gestores, 10ª Edição. Áreas Editora.

- Garrison R.H., Noreen E.W., Brewer P.C. (2018). Managerial Accounting, 16th edition. McGraw-Hill Education.

- Merchant K.A., Van der Stede W. (2017). Management Control Systems Performance Measurement, Evaluation and Incentives, 4th Edition. Prentice Hall.

- Sahaf, M. (2016). Management Accounting: principles and practice. Vikas Publishing House. ISBN: 978-9325969247

- Kaplan R., Atkinson A. (2015). Advanced Management Accounting. Pearson.

Mapa IV - Processos Estocásticos e Simulação**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Processos Estocásticos e Simulação*****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Stochastic Processes and Simulation*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:****460****4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):*****Semestral / Semester*****4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):****150****4.4.1.5. Horas de contacto:****37 (TP=21; PL=15; OT=1)****4.4.1.6. Créditos ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****---****4.4.1.7. Observations:****---****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****---****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****---****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****OA1. Estudar os conceitos básicos da teoria dos processos estocásticos******OA2. Entender os tipos mais importantes de processos estocásticos e as várias propriedades e características destes******OA3. Compreender os métodos de descrição e análise de modelos estocásticos complexos******OA4. Verificar como os processos estocásticos são amplamente utilizados na análise de redes complexas, variando da geração numa rede com características particulares para a modelação da dinâmica numa rede******OA5. Entender a natureza de processos de difusão numa rede como o Twitter, na qual a difusão de informações é onipresente******OA6. Compreender os dois tipos mais importantes de processos estocásticos (Markov, Poisson, Gaussian, Wiener e outros processos) e ser capaz de encontrar o processo mais adequado para modelação numérica******OA7. Compreender o estudo matemático e a simulação numérica de processos de ramificação que revelam a disseminação de informação em uma rede, especialmente uma rede social online, como o Twitter*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**

LG1. Study the basic concepts of the theory of stochastic processes

LG2. Understand the most important types of stochastic processes and study the properties and characteristics of processes

LG3. Understand the methods of description and analysis of complex stochastic models

LG4. Verify how stochastic processes are widely used in the analysis of complex networks, ranging from the generation of a network with particular characteristics to dynamic modeling in a network

LG5. Understand the nature of diffusion processes in a network like Twitter, where information diffusion is ubiquitous

LG6. Understand the two most important types of stochastic processes (Markov, Poisson, Gaussian, Wiener and other processes) and be able to find the most suitable process for numerical modelling

LG7. Understand the mathematical study and numerical simulation of branching processes that reveal the dissemination of information in a network, especially an online social network, such as Twitter

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Esta UC tem os seguintes conteúdos programáticos (CPs):

CP1. Breve revisão de alguns conceitos da teoria da probabilidade;

CP2. Introdução aos processos estocásticos. Diferentes tipos de processos estocásticos: descrições discretas vs descrições contínuas de variáveis de tempo e espaço;

CP3. Cadeia de Markov: propriedades básicas;

CP4. Processos de Poisson;

CP5. Alguns conceitos em teoria da medida. Processos de Wiener e movimento Browniano;

CP6. Teoria básica das equações diferenciais estocásticas;

CP7. Métodos numéricos. Exemplos de modelação com matrizes aleatórias com MATLAB;

CP8. Estudo de modelos de difusão em grafo. Aplicativos para redes complexas. Discussão de um caso real: estudo da difusão de informações no Twitter;

CP9. Simulação numérica de um processo de branching que revela a disseminação de informação numa rede, como o Twitter.

4.4.5. Syllabus:

This UC has the following programmatic contents (PCs):

PC1. Brief review of some concepts of probability theory;

PC2. Introduction to stochastic processes. Different types of stochastic processes: discrete vs continuous descriptions of time and space variable;

PC3. Markov chain: Basic properties;

PC4. Poisson processes;

PC5. Some concepts in measure theory. Wiener processes and Brownian motion;

PC6. Basic theory of stochastic differential equations;

PC7. Numerical methods. Examples of modelling with random matrices with MATLAB;

PC8. Study of diffusion models in a graph. Applications to complex networks. Discussion of a real-life case: study of diffusion of information on Twitter;

PC9. Numerical simulation of a branching process that reveals the dissemination of information in a network, such as Twitter.

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

Os objectivos de aprendizagem (OAs) estão relacionados com o conteúdo do programa (CPs) da seguinte forma:

OA1: CP1

OA2: CP2, CP3, CP4, CP5

OA3: CP6, CP7

OA4: CP7, CP8

OA5: CP7, CP8

OA6: CP4, CP5, CP7

OA7: CP9

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

The learning goals (LGs) are related to the program contents (PCs) as follows:

LG1: PC1

LG2: PC2, PC3, PC4, PC5

LG3: PC6, PC7

LG4: PC7, PC8

LG5: PC7, PC8

LG6: PC4, PC5, PC7

LG7: PC9

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: Teste 1 (35%) + Teste 2 (45%) + 2 trabalhos práticos em Python (ou MATLAB) (20%) ou

- Avaliação por Exame (20%), em qualquer uma das épocas de exame, onde os trabalhos práticos (acima referidos) mantêm o peso de 20%.

Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with an overall grade of at least 10 points (scale 1-20) in one of the following modes:

- Periodic assessment: Test 1 (35%) + Test 2 (45%) + 2 practical work in Python (or MATLAB) (20%), or

- Assessment by Exam (80%), in any of the exam periods, where the practical work (mentioned above) maintain the weight of 20%.

All the elements of the assessment have a minimum score of 8 points (scale 1-20).

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1: de OA1 a OA5

MEA2: de OA1 a OA5

MEA3: de OA1 a OA5

MEA4: de OA1 a OA5

MEA5: de OA1 a OA5

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

A resolução de problemas e outras atividades de aplicação dos conteúdos são, sempre que possível, contextualizadas em temas da transformação digital, o que potencia a aquisição de competências práticas.

Para fazer face ao número de horas de contacto, as MEAs adotadas incluem ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à leção e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (TLM) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1: from LG1 to LG5

LM2: from LG1 to LG5

LM3: from LG1 to LG5

LM4: from LG1 to LG5

LM5: from LG1 to LG5

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

Problem solving and other content application activities are, whenever possible, contextualized in digital transformation issues, which enhances the acquisition of practical skills.

To cope with the number of contact hours, the LMs adopted include innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- ***Dobrow R.P. (2006). Introduction to Stochastic Processes with R, 1st Edition. Wiley.***
- ***Brzezniak Z., Zastawniak T. (1998). Basic Stochastic Processes: A Course Through Exercises. Springer Undergraduate Mathematics Series.***
- ***Levin D.A., Peres Y. (2017). Markov Chains and Mixing Times, 2nd Revised edition. American Mathematical Society.***

Mapa IV - Tomada de Decisão Apoiada em Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tomada de Decisão Apoiada em Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Data-driven decision making

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=18; PL=18; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

São objetivos de aprendizagem (OAs) desta UC:

OA1. Entender a correlação entre variáveis, o modelo de regressão linear simples e múltipla.

OA2. Compreender e aplicar métodos de estimação dos parâmetros (OLS-Ordinary Least Squares e ML-Maximum Likelihood).

OA3. Saber analisar os pressupostos do modelo de regressão, testes de hipótese e diagnóstico.

OA4. Entender as extensões do modelo de regressão linear: modelos não-lineares.

OA5. Obter capacidades em previsão, desempenho da previsão e tomada de decisão.

OA6. Aplicar regressão logística, classificação, matriz de confusão e curva ROC (Receiver Operating Characteristic) e

QCA.**OA7. Adquirir prática em programação básica e computação com Python.****OA8. Aplicar os conceitos estudados para dados/casos reais.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The learning goals (LGs) of this Course Unit (CU) are:***LG1. Understand the correlation between variables, the simple and multiple linear regression model****LG2. Understand and apply parameter estimation methods (OLS-Ordinary Least Squares and ML-Maximum Likelihood).****LG3. Be able to analyse the regression model assumptions, hypothesis testing and diagnosis.****LG4. Apprehend extensions of the linear regression model: non-linear models.****LG5. Obtain skills on forecasting, forecasting performance and decision making.****LG6. Apply logistic regression, classification, confusion matrix and ROC (Receiver Operating Characteristic) curve and QCA.****LG7. Acquire practice in basic programming and computing with Python.****LG8. Apply the concepts studied to real data/cases.****4.4.5. Conteúdos programáticos:****CP1. Modelos de regressão: correlação e causalidade, regressão linear simples, regressão múltipla. Multicolinearidade****CP2. Estimação e inferência, OLS (Ordinary Least Squares) e ML (Maximum Likelihood)****CP3. Pressupostos dos resíduos: testes de hipótese e diagnóstico****CP4. Regressão polinomial e com variáveis categóricas. Variável dummy****CP5. Previsão (in-sample e out-of-sample). Conjuntos de treino e de teste. Métricas de avaliação da performance de previsão (RMSE-Root Mean Squared Error, MAPE-Mean Absolute Percentage Error, MAE-Mean Absolute Error). Análise preditiva****CP6. Regressão logística. Problemas de classificação. Matriz de confiança e curva ROC (Receiver Operating Characteristic)****CP7. Conjuntos difusos. QCA (Qualitative Comparative Analysis) em variáveis dicotómicas (csQCA) e em conjuntos difusos (fsQCA). QCA escalonada e temporal (mvQCA e tQCA)****CP8. Outros modelos de estatística multivariada: análise em clusters, análise discriminante, componentes principais e Fuzzy clustering.****4.4.5. Syllabus:****PC1. Regression models: correlation and causality, simple linear regression, multiple regression. Multicollinearity****PC2. Estimation and inference, ordinary least squares (OLS) and maximum likelihood (ML)****PC3. Residuals assumptions: hypothesis and diagnostic tests****PC4. Polynomial regression and regression with categorical variables. Dummy variable****PC5. Prediction (in-sample and out-of-sample). Training set and test set. Metrics for evaluating prediction performance (RMSE-Root Mean Squared Error, MAPE-Mean Absolute Percentage Error, MAE-Mean Absolute Error). Predictive analytics****PC6. Logistic regression. Classification problems. Confidence matrix and ROC (Receiver Operating Characteristic) curve****PC7. Fuzzy sets. QCA (Qualitative Comparative Analysis): csQCA, fsQCA, mvQCA and tQCA****PC8. Other multivariate statistical models: cluster analysis, discriminant analysis, principal components and fuzzy clustering.****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****Os conteúdos programáticos estão estruturados com uma base teórica e prática, que permite alcançar e garantir conhecimento que permite a tomada de decisão com base em modelos de regressão (para problemas de previsão e classificação). Esta demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos (CPs) com os objetivos de aprendizagem (OAs), como a seguir se explicita:****OA1: CP1****OA2: CP2****OA3: CP3****OA4: CP4****OA5: CP5****OA6: CP6, CP7, CP8****OA7: de CP1 a CP8****OA8: de CP1 a CP8****4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:****The programmatic contents are structured with a theoretical and practical basis, which allows reaching and ensuring knowledge that enables decision making based on regression models (for prediction and classification problems). This demonstration of coherence derives from the interconnection of the programmatic contents (PCs) with the learning**

goals (LGs), as explained below:

LG1: PC1
 LG2: PC2
 LG3: PC3
 LG4: PC4
 LG5: PC5
 LG6: PC6, PC7, PC8
 LG7: from PC1 to PC8
 LG8: from PC1 to PC8

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência
MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias
MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo
MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais
MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- *Avaliação periódica: 2 trabalhos práticos em Python (50%) + Discussão individual dos 2 trabalhos práticos (20%) + 3 mini-testes (30%), ou*
 - *Avaliação por Exame (65%), em qualquer uma das épocas de exame, onde um dos trabalhos práticos em Python (acima referidos) mantém o peso de 35% (com a discussão).*
Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames
LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods
LM3. Active, with the realization of group work
LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems
LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- *Periodic assessment: 2 practical works in Python (50%) + Individual discussion of the two practical works (20%) + 3 quizzes (30%)*
 - *Assessment by Exam (65%), in any of the exam periods, where one of the practical Python practical work (mentioned above) maintains the weight of 35% (with discussion).*
All the elements of evaluation have a minimum score of 8 points (scale 1-20).

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1: OA1, OA2, OA3, OA4, OA5, OA6
MEA2: OA2, OA3, OA4, OA5, OA6, OA7, OA8
MEA3: OA1, OA3, OA4, OA5, OA6, OA8
MEA4: OA1, OA3, OA4, OA5, OA6, OA8
MEA5: OA1, OA2, OA3, OA4, OA5, OA6

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

A resolução de problemas e outras atividades de aplicação dos conteúdos são, sempre que possível, contextualizadas em temas da transformação digital, o que potencia a aquisição de competências práticas.

Para fazer face ao número de horas de contacto, as MEAs adotadas incluem ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à leção e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1: LG1, LG2, LG3, LG4, LG5, LG6
LM2: LG2, LG3, LG4, LG5, LG6, LG7, LG8
LM3: LG1, LG3, LG4, LG5, LG6, LG8
LM4: LG1, LG3, LG4, LG5, LG6, LG8
LM5: LG1, LG2, LG3, LG4, LG5, LG6

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work. Problem solving and other content application activities are, whenever possible, contextualized in digital transformation issues, which enhances the acquisition of practical skills.

To cope with the number of contact hours, the LMs adopted include innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- **Agresti A., Franklin C., Klingenberg B. (2018). *Statistics: The Art and Science of Learning from Data, 4th Edition.* Pearson.**
- **Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. (2017). *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction.* Springer. [electronic resource: <https://web.stanford.edu/~hastie/Papers/ESLII.pdf>]**
- **Rogel-Salazar J. (2018). *Data Science and Analytics with Python.* Taylor & Francis Group.**

Mapa IV - Projeto em Tecnologias Digitais IV

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto em Tecnologias Digitais IV

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Project in Digital Technologies IV

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

- OA.1 Preparar PPS para comercialização -plano Nacional/Internacional**
- OA.2 Elaborar Plano de produção do PPSs com base no plano de sustentabilidade e ODSs**
- OA.3 Submeter PPS p/ certificações de acordo com normas Nacionais/Internacionais**
- OA.4 Elaborar contratos comerciais Nacionais/Internacionais**
- OA.5 Analisar a cadeia de valor e propor plano de logística**
- OA.6 Elaborar Relatório para os registos de propriedade intelectual, marca e design**
- OA.7 Analisar/preparar a documentação da criação de startup, spinoff ou cedência de propriedade intelectual**
- OA.8 Elaborar plano de agendamento de leads com demonstração/comercialização do PPS (Nacional/Internacional)**
- OA.9 Elaborar a estratégia de ação comercial e previsão de Tesouraria**
- AO.10 Preparar uma proposta comercial tipo para os mercados nacional/internacional**
- AO.11 Preparar a abordagem a desenvolver com clientes no 1º contato, apresentação da proposta comercial e comunicação p/ o 2º e 3º contato.**
- AO.12 Rever/redefinir estratégia e Plano de comunicação do PPS**

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

- LG.1 Prepare a PPS for National/International commerce**
- LG.2 Develop a PPS Production Plan taking into account the sustainability plan and SDGs**
- LG.3 Submit a PPS for certifications according to National and International standards**
- LG.4 Prepare national and international commercial contracts**
- LG.5 Analyze the value chain and propose a logistics plan**
- LG.6 Prepare a Report to the Intellectual Property, Brand and Design**
- LG.7 Creation of startup, spinoff or sell of intellectual property.**
- LG.8 Develop a plan for scheduling leads with demonstration/marketing of PPS (National/International)**
- LG.9 Elaborate the commercial action strategy and Treasury forecast**
- LG.10 Prepare a standard commercial proposal for national and international markets**
- LG.11 Prepare the approach to be developed with potential customers for the 1st contact, the presentation of the commercial proposal and the communication sequence for the 2nd and 3rd contact**
- LG.12 Review and redefine the PPS Communication Strategy and Plan.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- I. Aspetos essenciais para a comercialização de um PPS**
- II. Plano de produção**
- III. Plano de sustentabilidade e ODSs**
- IV. Normalização, Normas e Certificações de PPSs**
- V. Contratos comerciais**
- VI. Procedimentos e relatórios para o registo de propriedade intelectual, marca e design**
- VII. Criação de Startup, Spinoff**
- VIII Aspetos para cedência de propriedade**
- IX. Propostas comerciais**
- X. Abordagens a implementar com potenciais clientes**
- XI Otimização do Plano de Comunicação**

4.4.5. Syllabus:

- I. Essential aspects for the PPS commerce**
- II. Production plan**
- III. Sustainability plan and SDGs**
- IV. Standardization, Standards and Certification of PPSs**
- V. Commercial contracts**
- SAW. Procedures and reports for the registration of intellectual property, brand and design**
- VII. Creation of Startup, Spinoff**
- VIII Aspects of property transfer**
- IX. Business proposals**
- X. Approaches to be implement with potential customers**
- XI Optimization of the Communication Plan**

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

A demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem (OA), como a seguir se explicita:

- OA.1: I**
- OA.2: II**
- OA.3: III**
- OA.4: IV**
- OA.5: V**
- OA.6: VI**
- OA.7: VII**

OA.8: VIII
 OA.9: IX
 OA.10: X
 OA.11: XI
 OA.12: XII
 OA.13: XIII

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

The demonstration of consistency stems from the interconnection of the syllabus with learning goals (LG) and is explained as follows:

LG.1: I
 LG.2: II
 LG.3: III
 LG.4: IV
 LG.5: V
 LG.6: VI
 LG.7: VII
 LG.8: VIII
 LG.9: IX
 LG.10: X
 LG.11: XI
 LG.12: XII
 LG.13: XIII

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEA): MEA.1: Expositivas, para apresentação do enquadramento teórico; MEA.2: Ilustrativas, para exemplificação dos conceitos teóricos em contextos reais; MEA.3: Argumentativas, com apresentação e discussão do trabalho de grupo;

Avaliação periódica:- Dossier com a documentação de suporte das várias etapas: primeira apresentação: 30%; segunda apresentação: 30%; Entrega do Dossier: 40%; As apresentações, demonstrações e Defesa são em grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

To contribute to the acquisition of these skills will be used the following learning-teaching methodologies (LTM):LTM.1: Expository, for presentation of the theoretical framework; TM.2: Case-based, to underline the theoretical concepts in real context; LTM.3: Argumentation, concerning presentation and discussion of group work; LTM.4: Experimental Demonstration to demonstrate the 30% of PPS prototype.

Periodic grading system: - Dossier containing the documentation of various stages: first presentation: 30%; second presentation: 30%; Dossier delivery: 40%; The presentations, demonstrations and Defence are in group.

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

As metodologias de ensino-aprendizagem visam o desenvolvimento das principais competências de aprendizagem dos alunos que permitam cumprir com cada um dos objectivos de aprendizagem, pelo que, na grelha a seguir, apresenta-se as principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respectivos objectivos de aprendizagem (OA):

OA.1: MEA.1
 OA.2: MEA.1, MEA.2
 OA.3: MEA.1, MEA.2
 OA.4: MEA.1, MEA.2
 OA.5: MEA.1
 OA.6: MEA1, MEA.3
 OA.7: MEA.1
 OA.8: MEA.1
 OA.9: MEA.1, MEA.2
 OA.10: MEA.1, MEA.2
 OA.11: MEA.1, MEA.2
 OA.12: MEA.1, MEA2 e MEA3
 OA.13: MEA.1, MEA2 e MEA3

O documento de Planeamento de Unidade Curricular (PUC), detalhado para cada aula, evidencia a relação entre os métodos pedagógicos de ensino (de acordo com a tipologia de aula) e os objectivos de aprendizagem.

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

The learning-teaching methodologies are aimed at the development of students considering the main learning competences that allow to fulfill each of the learning goals, therefore, in the grid below, it is presented the main

interlinks between the learning-teaching methodologies (LTM) and the respective learning goals (LG):

LG.1: LTM.1

LG.2: LTM.1, LTM.2

LG.3: LTM.1, LTM.3

LG.4: LTM.1, LTM.3

LG.5: LTM.3

LG.6: LTM.3

LG.7: LTM.3

LG.8: LTM.1, LTM.3

LG.9: LTM.1, LTM.3

LG.10: LTM.1, LTM.3

LG.11: LTM.1, LTM.3

LG.12: LTM.1, LTM.3

LG.13: LTM.1, LTM.2, LTM.3

The document Planning Course (PUC), detailed for each class, shows the relationship between the teaching methods (according to the type of class) and learning goals.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Randy P., Bacon D (2206)., *Commercializing Great Products with Design for Six Sigma, 1st Edition, Prentice Hall.*
- Mathew K. (2017), *Practical Guide To Production Planning & Control, Revised Edition, CSIPP.*
- Counsell D., Stoneman R. (2019), *Planning, Sustainability and Nature: Concise guide to planning, Lund Humphries.*
- Spivak S., Brenner F. (2001), *Standardization Essentials Principles and Practice, CRC Press*
- Hart M., (2021), *How to Write a Business Proposal [Examples + Template], <https://blog.hubspot.com/sales/how-to-write-business-proposal> (acedido em Setembro 2021)*
- *How to Build a Product Marketing Strategy for Your Software Solution (2021), <https://www.altexsoft.com/blog/business/how-to-build-a-product-marketing-strategy-for-your-software-solution/> (acedido em Setembro de 2021)*

Mapa IV - Tecnologia e Sociedade

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologia e Sociedade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Technology and Society

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

310

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*O estudante que complete com sucesso esta UC será capaz de:*

- OA1. Identificar os principais temas e debates contemporâneos;**
- OA2. Analisar os temas e debates da atualidade de forma fundamentada;**
- OA3. Identificar as implicações da mudança tecnológica e da digitalização em termos económicos, sociais, culturais e ambientais;**
- OA4. Compreender o papel e a importância da tecnologia nos desafios das sociedades contemporâneas;**
- OA5. Explorar as fronteiras entre o conhecimento tecnológico e o conhecimento das ciências sociais;**
- OA6. Desenvolver formas de aprendizagem interdisciplinar e de pensamento crítico.**

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*O estudante que complete com sucesso esta UC será capaz de:*

- OA1. Identificar os principais temas e debates contemporâneos;**
- OA2. Analisar os temas e debates da atualidade de forma fundamentada;**
- OA3. Identificar as implicações da mudança tecnológica e da digitalização em termos económicos, sociais, culturais e ambientais;**
- OA4. Compreender o papel e a importância da tecnologia nos desafios das sociedades contemporâneas;**
- OA5. Explorar as fronteiras entre o conhecimento tecnológico e o conhecimento das ciências sociais;**
- OA6. Desenvolver formas de aprendizagem interdisciplinar e de pensamento crítico.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1. Debates XXI: mudança tecnológica e desafios sociais contemporâneos.**
- CP2. Transição digital: significado e implicações.**
- CP3. Tecnologia, transformação social e desigualdades.**
- CP4. Ambiente e transições para a sustentabilidade.**
- CP5. Globalização, financeirização e desenvolvimento.**
- CP6. Capitalismo e democracia.**
- CP7. Migrações e multiculturalidade.**

4.4.5. Syllabus:

- S1. Debates XXI: technological change and contemporary societal challenges.**
- S2. Digital transition: meaning and implications.**
- S3. Technology, social change and inequalities.**
- S4. Environment and transition towards to sustainability.**
- S5. Globalization, financialisation and development.**
- S6. Capitalism and democracy.**
- S7. Migrations and multiculturality.**

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

- OA1: CP1, CP2**
- OA2: CP1, CP2**
- OA3: CP3, CP4**
- OA4: CP4, CP5, CP6, CP7**
- OA5: CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7**
- OA6: CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7**

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

- LO1: CP1, CP2**
- LO2: CP1, CP2**
- LO3: CP3, CP4**
- LO4: CP4, CP5, CP6, CP7**
- LO5: CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7**
- LO6: CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7**

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*De forma a facilitar o desenvolvimento das competências, esta UC usa as seguintes abordagens pedagógicas:*

- aulas de exposição e discussão da responsabilidade de especialistas nos diferentes tópicos do programa.**
- aula prática de apresentação e discussão dos trabalhos temáticos preparados pelos estudantes sobre mudança**

tecnológica e sociedade.

"O processo de avaliação periódica compreende os seguintes elementos:

- 1. Preparação ao longo do semestre e apresentação em sala de um trabalho de grupo sobre mudança tecnológica e sociedade (40%).**
- 2. Teste (60%).**

A avaliação final compreende os exames de 1ª e 2ª época (100% da classificação).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In order to facilitate the development of competencies, this curricular unit uses the following pedagogical approaches:

- expositive and discussant classes presented by different experts on the subjects of the syllabus.**
- practical classes with the presentation and discussion of thematic works developed by students on technological change and society.**

The periodic assessment process comprises the following elements:

- 1. Preparation and presentation (class) of a group work on technological change and society (40%).**
- 2. Test (60%).**

The final assessment corresponds to 1st and 2nd phase exams (100% of the grade).

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

As aulas expositivas permitem enquadrar e introduzir os debates contemporâneos a partir da investigação desenvolvida no âmbito de ciências sociais bem como estabelecer a ligação entre estes e a dimensão tecnológica. As duas últimas aulas permitirão sintetizar e sistematizar a matéria apresentada no âmbito das aulas expositivas e apresentar os trabalhos preparados pelos alunos durante o semestre.

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

The expositive classes allow the framework design and the introduction to the main current debates by presenting research results achieved by social sciences. They will also allow the establishment of the connection between those debates and the technological dimension. The two last classes will consist in the synthesis of the presented subjects and the presentation of the work developed by students during the semester.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Barradas, R., & Lagoa, S. (2017). Financialization and Portuguese real investment: A supportive or disruptive relationship?.?Journal of Post Keynesian Economics,?40(3), 413-439***
- Bento, N., Wilson, C., Anadon, L.D. (2018), ?Time to get ready: Conceptualizing the temporal and spatial dynamics of formative phases for energy technologies,? Energy Policy 119: 282-293***
- Figay, N.; Silva, C.; Ghodous, P; Jardim-Gonçalves, R. (2015). Resolving interoperability in concurrent engineering, in Concurrent Engineering in the 21st Century: Foundations, Developments and Challenges, Springer International Publishing***
- Marques, P., & Salavisa, I. (2017). Young people and dualization in Europe: a fuzzy set analysis.?Socio-Economic Review,?15(1), 135-160***
- Pires, R. P.; Pereira, C.; Azevedo, J.; Vidigal, I., & Veiga, C. M. (2020). A emigração portuguesa no século XXI.?Sociologia, Problemas e Práticas, (94), 9-38***

Mapa IV - Projeto em Tecnologias Digitais V

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto em Tecnologias Digitais V

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Project in Digital Technologies V

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:**37 (TP=36; OT=1)****4.4.1.6. Créditos ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:**

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*No final desta UC, o aluno deverá estar apto a:**OA.1. Captar negócio e implementar pilotos do PPS no cliente**OA.2 Elaborar Plano de Pilotos e negócio para os próximos meses**OA.3 Agendar reuniões para ações comerciais e garantir a implementação de dois pilotos durante o semestre**OA.4 Elaborar relatório de avaliação de funcionalidades e satisfação do cliente com KPIs.**OA.5 Fazer uma análise SWOT para os potenciais concorrentes (diretos e indiretos)**OA.6 Participar na elaboração de uma proposta de inovação com futuras funcionalidades para o PPS**OA.7 Experienciar o trabalho em ambiente do AUDAX - Centro de Inovação e Empreendedorismo com incubação da startup, ou num contexto de intra-empendedorismo numa empresa relacionada com a área e com interesse no PPS.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of this UC, the student should be able to: LG.1. Capture business and implement PPS pilots on the client**LG.2 Develop Pilot and Business Plan for the coming months LG.3 Schedule meetings for commercial actions and**ensure the implementation of two pilots during the semester LG.4 Prepare a report evaluating features and customer**satisfaction with KPIs. LG.5 Perform a SWOT analysis for potential competitors (direct and indirect) LG.6 Participate in**the preparation of an innovation proposal with future functionalities for the PPS LG.7 Experience working in an**environment of AUDAX - Innovation and Entrepreneurship Center with startup incubation, or in a context of intra-**entrepreneurship in a company related to the area and interested in PPS.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***I. Aspetos essenciais para a implementação de Pilotos de um PPS**II. Plano de Pilotos e marcos para controlo de ações**III. Avaliação de funcionalidades e definição dos principais KPIs**IV. Análise SWOT para concorrência**V. Propostas de inovação para calls nacionais e internacionais**VI. Ética e Deontologia em ambiente de startups e empresas***4.4.5. Syllabus:***I. Essential Aspects for the Implementation of Pilots of a PPS**II. Pilot Plan and milestones for controlling actions**III. Feature evaluation and definition of KPIs**IV. SWOT analysis for competition**V. Innovation proposals for national and international calls**VI. Ethics and Deontology in an environment of startups and companies***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***A demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem (OA), como a seguir se explicita:**OA.1: I**OA.2: II**OA.3: I, II*

OA.4: III
 OA.5: IV
 OA.6: V
 OA.7: VI

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

The demonstration of consistency stems from the interconnection of the syllabus with learning goals (LG) and is explained as follows:

LG.1: I
 LG.2: II
 LG.3: I, II
 LG.4: III
 LG.5: IV
 LG.6: V
 LG.7: VI

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEA): MEA.1: Expositivas, para apresentação do enquadramento teórico; MEA.2: Ilustrativas, para exemplificação dos conceitos teóricos em contextos reais; MEA.3: Argumentativas, com apresentação e discussão do trabalho de grupo; MEA.4: Implementação do Piloto do PPS.

Avaliação periódica:- Dossier com a documentação de suporte das várias etapas: primeira apresentação: 30%; segunda apresentação: 30%; Entrega do Dossier: 40%; As apresentações, Demonstrações e Defesa são em grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

To contribute to the acquisition of these skills will be used the following learning-teaching methodologies (LTM):LTM.1: Expository, for presentation of the theoretical framework; TM.2: Case-based, to underline the theoretical concepts in real context; LTM.3: Argumentation, concerning presentation and discussion of group work; LTM.4: PPS Pilot deployment.

Periodic grading system: - Dossier containing the documentation of various stages: first presentation: 30%; second presentation: 30%; Dossier delivery: 40%;The presentations, demonstrations and Defence are in group.

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

As metodologias de ensino-aprendizagem visam o desenvolvimento das principais competências de aprendizagem dos alunos que permitam cumprir com cada um dos objectivos de aprendizagem, pelo que, na grelha a seguir, apresenta-se as principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respectivos objectivos de aprendizagem (OA):

OA.1: MEA.1, MEA.2, MEA.3 e MEA4
 OA.2: MEA.1, MEA.2, MEA.3 e MEA4
 OA.3: MEA.1, MEA.2, MEA.3 e MEA4
 OA.4: MEA.1, MEA.2, MEA.3 e MEA4
 OA.5: MEA.1, MEA.2, MEA.3 e MEA4
 OA.6: MEA.1, MEA.2, MEA.3 e MEA4
 OA.7: MEA.1, MEA.2, MEA.3 e MEA4

O documento de Planeamento de Unidade Curricular (PUC), detalhado para cada aula, evidencia a relação entre os métodos pedagógicos de ensino (de acordo com a tipologia de aula) e os objectivos de aprendizagem.

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

The learning-teaching methodologies are aimed at the development of students considering the main learning competences that allow to fulfill each of the learning goals, therefore, in the grid below, it is presented the main interlinks between the learning-teaching methodologies (LTM) and the respective learning goals (LG):

LG.1: LTM.1, LTM2, LTM3 and LTM4
 LG.2: LTM.1, LTM2, LTM3 and LTM4
 LG.3: LTM.1, LTM2, LTM3 and LTM4
 LG.4: LTM.1, LTM2, LTM3 and LTM4
 LG.5: LTM.1, LTM2, LTM3 and LTM4
 LG.6: LTM.1, LTM2, LTM3 and LTM4
 LG.7: LTM.1, LTM2, LTM3 and LTM4

The document Planning Course (PUC), detailed for each class, shows the relationship between the teaching methods (according to the type of class) and learning goals.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Gwaldis M. (2019), How to conduct a successful pilot: Fail fast, safe, and smart, <https://blog.shi.com/melissa-gwaldis/>

(acedido em Setembro 2021)

Martinez J. (2021), *Design of pilot actions, Interreg Europe*,

https://www.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/documents/presentations

/2021-02-16_pilot_actions_webinar_Interreg_Europe.pdf (Acedido em Setembro 2021)

Wadhwa V. (2021), *A Startup's Guide to Business Ethics and Social Responsibility*, <https://www.embroker.com/blog/business-ethics-and-social-responsibility/> (Acedido em Setembro de 2021)

Mapa IV - Aplicação de Inteligência Artificial na Educação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aplicação de Inteligência Artificial na Educação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Artificial Intelligence applied to education

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1: Conhecer a definição e áreas da IA e da Aprendizagem Automática

OA2: Conhecer a definição de agente inteligente a suas características

OA3: Identificar os vários componentes de um Sistema Tutor Inteligente

OA4: Identificar e aplicar a melhor representação do conhecimento no STI

OA5: Identificar e aplicar o melhor método de inferência e diagnóstico

OA6: Identificar e aplicar métodos de conversação e reconhecimento de interação aluno-computador

OA7: Identificar e aplicar formas de Interação Pessoa IA para colaboração e tutoria no ensino

OA8: Identificar métodos para a personalização e adaptação de conteúdos educativos

OA9: Aplicar técnicas de AA para avaliação do processo de ensino

OA10: Identificação os princípios de uma IA responsável e confiável

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

LO1: To know the definition and areas of AI and Machine Learning

LO2: To know the definition of intelligent agent and its characteristics

LO3: To identify the various components of an Intelligent Tutor System

- LO4: To identify and apply the best representation of knowledge in ITS*
- LO5: To identify and apply the best inference and diagnosis methods*
- LO6: To identify and apply conversation and recognition methods for student-computer interaction*
- LO7: To identify and apply forms of Interaction Human - AI for collaboration and tutoring*
- LO8: To identify methods for the personalization and adaptation of educational content*
- LO9: To apply IA techniques for the evaluation of the learning process*
- LO10: Identifying the principles of a responsible and trustworty AI*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1: Introdução à inteligência artificial e aprendizagem automática*
- CP2: Introdução aos Agentes Inteligentes*
- CP3: Sistemas Tutores Inteligentes*
- CP3.1.: Componentes do STI*
- CP3.2.: Modelação do Aluno*
- CP3.3.: Representação e Inferência do Conhecimento*
- CP4: Agentes de Conversação e Tutores Virtuais*
- CP5: Colaboração Pessoa-IA*
- CP6: Geração e Gestão de conteúdos inteligentes*
- CP7: Análise de dados de Educativos*
- CP8: IA na Educação - ética e responsável*

4.4.5. Syllabus:

- SC1: Introduction to Artificial Intelligence and Machine Learning*
- SC2: Introduction to Intelligent Agents*
- SC3: Intelligent Tutoring Systems*
- SC3.1: ITS Components*
- SC3.2: Learner Modeling*
- SC3.3: Knowledge Representation and Inference*
- SC4: Conversation Agents and Virtual Tutors*
- SC5: Human-AI Collaboration*
- SC6: Intelligent Content Generation and Management*
- SC7: Analysis of Educational Data*
- SC8: AI in Education - Ethical and Responsible*

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

Ligação entre temas e OA:

- OA1 - {CP1, CP2}*
- OA2 - {CP2}*
- OA3 - {CP2, CP3}*
- OA4 - {CP3, CP4}*
- OA5 - {CP4, CP5}*
- OA6 - {CP5}*
- OA7 - {CP5, CP6, CP7}*
- OA8 - {CP6}*
- OA9 - {CP7}*
- OA10 - {CP8}*

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

Connection LO and topics (PC):

- LO1 - {PC1, PC2}*
- LO2 - {PC2}*
- LO3 - {PC2, PC3}*
- LO4 - {PC3, PC4}*
- LO5 - {PC4, PC5}*
- LO6 - {PC5}*
- LO7 - {PC5, PC6, PC7}*
- LO8 - {PC6}*
- LO9 - {PC7}*
- LO10 - {PC8}*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O processo de ensino-aprendizagem inclui quatro metodologias (ME):

- ME1: Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência.*
- ME2: Experimental, para exploração e desenvolvimento de exercícios com recurso aos softwares abordados.*
- ME3: Participativa, para desenvolvimento de trabalho prático e discussão crítica de casos de estudo e do projeto.*

ME4: Auto-estudo, relacionadas com o trabalho autónomo do aluno, segundo o Planeamento da UC.

Os alunos são avaliados a 100% por projeto, nos seguintes moldes:

1ª Época: projeto realizado em grupos de alunos ao longo do semestre e acompanhado com aulas de tutorias (12 horas) (60%). Discussão individual na 1ª época de avaliação (40%).

2ª Época e Época especial: projeto individual (100%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching-learning methodology (LM) includes three different components:

LM1: Expository, to present examples of good practices and demonstration of the use of visualization software.

LM2: Experimental, at laboratory, for exploration and development of exercises using the addressed software.

LM3: Participatory, for the development of practical work and critical discussion of case studies.

LM4: Self-study, related with autonomous work by the student, according to the Course Planning

Students are evaluated at 100% through project in the following ways:

Regular Period: Project carried out in groups of students throughout the semester and accompanied by tutoring classes (12 hours) (60%). Individual discussion in the 1st evaluation period (40%).

Repeat and Special Period: individual project (100%)

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

É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem (ME) e os objetivos de aprendizagem (OA):

ME1: {OA1, OA2, OA3, OA4, OA5, OA6, OA7, OA8, OA9, OA10}

ME2: {OA4, OA5, OA6, OA7, OA8, OA9}

ME3: {OA4, OA5, OA6, OA7, OA8, OA9}

ME4: {OA1, OA2, OA3, OA4, OA5, OA6, OA7, OA8, OA9, OA10}

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

The correspondence between teaching-learning methodologies (LM) and learning objectives (LO) is as follows:

LM1: {LO1, LO2, LO3, LO4, LO5, LO6, LO7, LO8, LO9, LO10}

LM2: {LO4, LO5, LO6, LO7, LO8, LO9}

LM3: {LO4, LO5, LO6, LO7, LO8, LO9}

LM4: {LO1, LO2, LO3, LO4, LO5, LO6, LO7, LO8, LO9, LO10}

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16-24.

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278.

Chhibber, N., & Law, E. (2019). Using conversational agents to support learning by teaching. *arXiv preprint arXiv:1909.13443*.

Furey, H., & Martin, F. (2019). AI education matters: A modular approach to AI ethics education. *AI Matters*, 4(4), 13-15.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. Boston: Center for Curriculum Redesign.

Margetis, G., Ntoa, S., Antona, M., & Stephanidis, C. (2021). HUMAN-CENTERED DESIGN OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, 1085-1106.

Russell, S., & Norvig, P. (2002). *Artificial intelligence: a modern approach*.

Mapa IV - Engenharia da Formação e Aprendizagem Online

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia da Formação e Aprendizagem Online

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Engineering of Training and Online Learning

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

142

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*Ao completar esta UC com sucesso, o estudante será capaz de:*

- OA1. Caracterizar os princípios e objetivos da engenharia da aprendizagem**
- OA2. Identificar e utilizar métodos de aprendizagem digital inovadores**
- OA3. Utilizar o learning analytics como instrumento de criação e melhoria de cursos**
- OA4. Definir objetivos de aprendizagem, estratégias e avaliação**
- OA5. Desenhar um curso (course design)**
- OA6. Desenvolver e testar um protótipo de um curso online/híbrido**
- OA7. Produzir o curso online/híbrido**
- OA8. Recolher dados da implementação do curso online/híbrido**
- OA9. Analisar os dados recolhidos de forma a melhorar o curso.**

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*By successfully completing this CU, the student will be able to:*

- LO1. Characterize the principles and objectives of learning engineering**
- LO2. Identify and use innovative digital learning methods**
- LO3. Use the learning analytics as a tool for the creation and improvement of courses**
- LO4. Define learning objectives, strategies and evaluations**
- LO5. Design a course**
- LO6. Develop and test a prototype of an online/hybrid course**
- LO7. Produce the online/hybrid course**
- LO8. Collect data concerning the implementation of the online/hybrid course**
- LO9. Analyse the collected data in order to improve the course.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Introdução à Engenharia da Aprendizagem**

- A Aprendizagem como uma Engenharia
- Funções do Engenheiro da Aprendizagem

2. Inovação em Aprendizagem Digital

- Tendências no mundo EdTech
- Modelos Blended e Híbridos
- Simulação na formação/educação
- Realidade mista (virtual e aumentada)
- Learning analytics

3. Princípios e Métodos de Engenharia da Aprendizagem

- Análise de tarefas cognitivas
- Objetivos de aprendizagem, estratégias e avaliação (constructive alignment)
- Desenho da instrução e modelos cognitivos
- Course design
- Prototipagem, testagem (A/B) e redesign

- **Desenvolvimento do curso online/híbrido**
- **Implementação e recolha de dados**
- **Avaliação e melhoria**

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction to Learning Engineering

- **Studying Learning as an engineering discipline**
- **Roles of the Learning Engineer**

2. Innovation in Digital Learning

- **Trends in the EdTech world**
- **Blended and Hybrid Models**
- **Simulation in training/education**
- **Mixed reality (virtual and augmented)**
- **Learning analytics**

3. Principles and Methods of Learning Engineering

- **Cognitive tasks analysis**
- **Learning objectives, strategies and assessment (constructive alignment)**
- **Instructional design and cognitive models**
- **Course design**
- **Prototyping, testing (A/B) and redesign**
- **Online/hybrid course development**
- **Implementation and data collection**
- **Assessment and improvement**

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

A unidade curricular de Engenharia da Formação e Aprendizagem Online centra-se no processo de design, criação e implementação de um curso online/híbrido. O processo de desenvolvimento será iterativo, abrangendo uma fase de design, prototipagem e testagem, que permitirá a recolha e análise de dados de forma a promover uma melhoria contínua de um curso de formação online/híbrido, e garantir a sua eficácia do ponto de vista da aprendizagem. Assim, após uma breve introdução sobre a engenharia da aprendizagem e tendências inovadoras ao nível de plataformas, ferramentas e conteúdos de aprendizagem digital, os estudantes são levados pelo processo de criação de um curso online/híbrido ao longo das suas diversas fases, em concordância com os objetivos da UC definidos.

Ligação entre temas e OA: Tema 1 - OA1; Tema 2 - OA2, OA3; Tema 3 - OA4, OA5, OA6, OA7, OA8, OA9.

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

The Engineering of Training and Online Learning course unit focuses on the process of designing, creating and implementing an online/hybrid course. The development process will be iterative, including a designing, prototyping and testing phase, which will allow the collection and analysis of data, which be helpful in promoting the continuous improvement of an online/hybrid training course and ensuring its effectiveness from a learning perspective. Thus, after a brief introduction on learning engineering and innovative trends concerning platforms, tools and digital learning content, students will be taken through the process of creating an online/hybrid course and will learn about its various phases, in accordance with the defined objectives of the course.

Connection between topics and LO: Topic 1 - LO1; Topic 2 - LO2, LO3; Topic 3 - LO4, LO5, LO6, LO7, LO8, LO9.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Será baseado em projeto (Project Based Learning), com os estudantes a assumirem um papel ativo. O projeto será realizado em equipa, partindo de situações reais em contexto de formação/educação, nomeadamente a criação de raiz de um curso online/híbrido ou adaptação/melhoria de um curso existente. Ao longo da UC os estudantes terão a oportunidade de explorar e analisar novas plataformas, ferramentas e conteúdos no sentido de potenciar ideias e a descoberta de diferentes métodos de ensino digital.

60% - Relatório que inclui: Course design, protótipo, resultados e análise dos testes (A/B), conclusão e redesign

40% - Curso online/híbrido

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Project Based Learning, with students taking an active role. The project will be carried out in teams, and will be based on real situations in the training/education context, namely the creation from scratch of an online/hybrid course or adaptation/improvement of an existing course. Throughout the CU, the students will have the opportunity to explore and analyse new platforms, tools and contents, in order to encourage ideas and promote the exploration of different digital teaching methods.

**60% - A report that must include: course design, prototype, test results and analysis (A/B), conclusion and redesign
40% - Online/hybrid course**

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia a adotar permite ao estudante criar um curso online/híbrido através da execução de diversas fases, trabalhando em equipa, e participando num processo iterativo que tem como finalidade a testagem e criação de um curso online/híbrido eficaz. Trata-se de uma aprendizagem em contexto que permite a aplicação dos conhecimentos e competências adquiridas numa situação/problema real, levando as equipas a desenvolver um curso que segue uma abordagem pedagógica previamente testada e analisada, de forma a garantir a sua eficácia enquanto produto de formação/educação.**

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The methodology to be adopted allows the student to create an online/hybrid course by implementing several phases, working in a team, and participating in an iterative process that seeks to create and test an effective online/hybrid course. The student will learn in context, which allows the application of the acquired knowledge and skills in a real situation/problem, encouraging the teams to develop a course that follows a pedagogical approach previously tested and analysed, in order to ensure its effectiveness as a training/education product.**

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Kathe Pelletier et al., 2021 EDUCAUSE Horizon Report, Teaching and Learning Edition (Boulder, CO: EDUCAUSE, 2021).
<https://library.educause.edu/-/media/files/library/2021/4/2021hrteachinglearning.pdf>
Ambrose, Susan A., et al. 2010. How Learning Works: Seven Research-Based Principles for Smart Teaching.
<https://firstliteracy.org/wp-content/uploads/2015/07/How-Learning-Works.pdf>
Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. New Jersey: John Wiley & Sons.
Means, Barbara, Marianne Bakia, and Robert Murphy. 2014. Learning Online: What Research Tells Us about Whether, When, and How.
Bates, A. W. (2015). Teaching in a digital age. Guidelines for designing teaching and learning in a digital age. Retrieved from <http://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/>**

Mapa IV - Ensino com Tecnologia

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Ensino com Tecnologia**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:
Teaching with Technology**

**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
142**

**4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
Semestral / Semester**

**4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
150**

**4.4.1.5. Horas de contacto:
37 (TP=16; PL=20; OT=1)**

**4.4.1.6. Créditos ECTS:
6**

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*A Unidade Curricular tem os seguintes Objetivos de Aprendizagem (OA):**OA1 – Conhecer o papel da tecnologia no sistema educativo em todos os processos e as suas potencialidades**OA2 – Identificar as fragilidades no processo de ensino e aprendizagem, avaliação e ambientes educativos**OA3 – Conhecer as características e métodos do processo de desenvolvimento bem como o papel do design iterativo na mobilização de soluções educativas**OA4 – Saber avaliar a adequação de soluções tecnológicas para o ensino e aprendizagem, e avaliação**OA5 – Identificar os requisitos funcionais para o desenvolvimento tecnológico de uma solução para um problema educativo***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The Course Unit has the following Learning Objectives (LO):**OA1 – Know the role of technology in the educational system in all processes and its potential**OA2 - Identify weaknesses in the teaching and learning process, assessment and educational environments**OA3 - Know the characteristics and methods of the development process as well as the role of iterative design in mobilizing educational solutions**OA4 - Know how to assess the adequacy of technological solutions for teaching and learning, and assessment**OA5 - Identify the functional requirements for the technological development of a solution to an educational problem***4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Ensino e aprendizagem com Tecnologia****1.1. Papel da tecnologia na Educação****1.2. Metodologias de ensino e aprendizagem com tecnologia****1.3. Problemáticas tradicionais****1.3.a. No ensino e aprendizagem****1.3.b. Na avaliação****1.3.c. No ambiente educativo****2. Design Iterativo: fases e processo****2.1. Empatia****2.2. Definição****2.3. Idealização****2.4. Protótipo****2.5. Testes****3. Desenvolvimento de soluções****3.1. Exploração do problema e oportunidades****3.2. Conceção da solução****3.3. Avaliação****4.4.5. Syllabus:****1. Teaching and Learning with Technology****1.1. role of technology in education****1.2. Teaching and learning methodologies with technology****1.3. traditional issues****1.3.a. in teaching and learning****1.3.b. In the evaluation****1.3.c. in the educational environment****2. Design Thinking: phases and process****2.1. Empathy****2.2. Definition****2.3. Idealization****2.4. Prototype**

2.5. Tests**3. Development of solutions****3.1. Exploration of the problem and opportunities****3.2. Solution design****3.3. Assessment****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

- 1. Ensino e aprendizagem com Tecnologia (OA1; OA2)**
- 2. Design Thinking: fases e processo (OA3; OA5)**
- 3. Desenvolvimento de soluções (OA4; OA5)**

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

- 1. Teaching and Learning with Technology (OA1; OA2)**
- 2. Design Thinking: phases and process (OA3; OA5)**
- 3. Development of solutions (OA4; OA5)**

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**Total de 150 horas:**

- **Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (12 h)**
- **Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo, apresentações convidadas (3 h)**
- **Aulas ativas: realização de exercícios, dos entregáveis do projeto de grupo e apresentação do projeto (21h)**
- **Aula de apoio tutorial(1h)**
- **Trabalho autónomo por parte do aluno: auto-estudo, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h)**

Avaliação contínua: projeto (60%) e teste teórico-prático (40%), ou Avaliação final: exame (100%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**Total of 150 hours:**

- **Theoretical-practical lectures: theory, demonstrations, audiovisual presentations (12 h)**
- **Participatory classes: analysis and discussion of case studies, invited presentations (3 h)**
- **Active classes: exercises, group project deliverables and project presentation (21h)**
- **Tutorial support class(1h)**
- **Autonomous work by the student: self-study, review of the subject matter and carrying out the group work deliverables (113h)**

Continuous assessment: project (60%) and theoretical-practical test (40%), or Final assessment: exam (100%)

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

É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):

Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1 + OA2 + OA3

Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA2 + OA3

Aulas ativas com a realização de exercícios práticos e dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5

Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5

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

The correspondence between teaching-learning methodologies and learning objectives (LO) is as follows:

Lectures for oral presentation of theoretical teaching units: OA1 + OA2 + OA3

Participatory classes with analysis and discussion of case studies: OA2 + OA3

Active classes with practical exercises and deliverables related to the group project: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5

Self-study and autonomous work, to consult the bibliography, review the material given and carry out the deliverables of the group work: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Koh, J. H. L., Chai, C. S., Wong, B., & Hong, H. Y. (2015). *Design thinking and education. In Design thinking for education (pp. 1-15). Springer, Singapore.*
Lewrick, M, Link, P., Leifer, L. (2020). *The Design Thinking Toolbox, Wiley, ISBN 9781119629191*
Li, Y., Schoenfeld, A. H., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). *Design and design thinking in STEM education.*
Watkinson, Anne. (2006). *Learning and Teaching – The Essential Guide for Higher Level Teaching Assistants. Taylor & Francis Ltd*

Mapa IV - Inclusão e Acessibilidade

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Inclusão e Acessibilidade

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Inclusion and Accessibility

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
142

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
150

4.4.1.5. Horas de contacto:
37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
OA1: Distinguir os diferentes tipos de deficiência e características associadas
OA2: Identificar os princípios do Design Universal e práticas de design inclusivas
OA3: Conhecer os principais desafios funcionais das tecnologias de apoio
OA4: Aplicar práticas de acessibilidade a conteúdos digitais
OA5: Desenvolver recursos educativos digitais acessíveis e inclusivos, consoante o contexto

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
LO1: Distinguish the different types of disabilities and associated characteristics
LO2: Identify Universal Design Principles and Inclusive Design Practices
LO3: Know the main functional challenges of assistive technologies
LO4: Apply accessibility practices to digital content
LO5: Develop accessible and inclusive digital educational resources, depending on the context

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CP1: Principais tipos de deficiência: visual, auditivo, motor e cognitivo

CP1.1: Necessidades Educativas Especiais

CP2: Design universal: princípios e aplicações na aprendizagem. CP2.1: Práticas de design inclusivas

CP3: Desafios funcionais das tecnologias de apoio

CP4: Acessibilidade aplicada a conteúdos digitais: texto, áudio, imagens complexas, vídeos, gráficos e tabelas

CP4.1: Conversão de documentos, legendagem, descrição de áudio, design de documentos acessíveis.

CP5: Conteúdos digitais acessíveis e inclusivos para a web em contexto educativo: definição de objetivos e medidas de usabilidade, controlo do conteúdo, escrita de componentes acessíveis customizados

4.4.5. Syllabus:

S1: Main types of disability: visual, auditory, motor and cognitive

S1.1: Special Education Disabilities

S2: Universal design: principles and applications in learning.

S2.1: Inclusive design practices

S3: Functional challenges of assistive technology

S4: Accessibility applied to digital content: text, audio, complex images, videos, graphics and tables

S4.1: Document conversion, subtitling, audio description, accessible document design.

S5: Accessible and inclusive digital content for web in educational context: definition of usability goals and measures, content control, writing of customized accessible components

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

Segue-se o alinhamento dos itens do conteúdo programático (CP) com os objetivos de aprendizagem (OA) :

OA1 - {CP1, CP1.1}

OA2 - {CP2, CP2.1}

OA3 - {CP3}

OA4 - {CP2, CP2.1, CP3, CP4, CP4.1}

OA5 - {CP1, CP1.1, CP2, CP2.1, CP3, CP4, CP4.1, CP5}

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

The alignment of the syllabus items (S) with the learning outcomes (LO) follows:

LO1 - {S1, S1.1}

LO2 - {S2, S2.1}

LO3 - {S3}

LO4 - {S2, S2.1, S3, S4, S4.1}

LO5 - {S1, S1.1, S2, S2.1, S3, S4, S4.1, S5}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Total de 150 horas:

• **Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (12 h)**

• **Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo, apresentações convidadas (3 h)**

• **Aulas ativas: realização de exercícios, dos entregáveis do projeto de grupo e apresentação do projeto (21h)**

• **Aula de apoio tutorial(1h)**

• **Trabalho autónomo por parte do aluno: auto-estudo, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h)**

Avaliação contínua: projeto (60%) e teste teórico-prático (40%), ou Avaliação final: exame (100%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Total of 150 hours:

• **Theoretical-practical lectures: theory, demonstrations, audiovisual presentations (12 h)**

• **Participatory classes: analysis and discussion of case studies, invited presentations (3 h)**

• **Active classes: exercises, group project deliverables and project presentation (21h)**

• **Tutorial support class(1h)**

• **Autonomous work by the student: self-study, review of the subject matter and carrying out the group work deliverables (113h)**

Continuous assessment: project (60%) and theoretical-practical test (40%), or Final assessment: exam (100%)

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

É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):

Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1 + OA2 + OA3 + OA4

Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA4 + OA5

Aulas ativas com a realização de exercícios práticos e dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA1 + OA2 + OA3

+ OA4 + OA5

Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5

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

The correspondence between teaching-learning methodologies and learning objectives (LO) is as follows:

Lectures for oral presentation of theoretical teaching units: OA1 + OA2 + OA3 + OA4

Participatory classes with analysis and discussion of case studies: OA4 + OA5

Active classes with practical exercises and deliverables related to the group project: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5

Self-study and autonomous work, to consult the bibliography, review the material given and carry out the deliverables of the group work: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Firth, A. (2019). Practical web inclusion and accessibility: A comprehensive guide to access needs. Apress.

Gilbert, R. M. (2019). Designing with Accessibility in Mind. In Inclusive Design for a Digital World (pp. 1-20). Apress, Berkeley, CA.

Ghosh, S. C. (2017). Technology for Inclusion Special Education, Rehabilitation, for All. Linus Learning.

Halder, S., & Argyropoulos, V. (Eds.). (2019). Inclusion, equity and access for individuals with disabilities: Insights from educators across world. Springer.

Nielsen, J. (2006). Prioritizing Web Usability. New Riders Press

Mapa IV - Aprendizagem Automática Não Supervisionada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aprendizagem Automática Não Supervisionada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Unsupervised Machine Learning

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1: Compreender os principais métodos de aprendizagem não supervisionada

OA2: Avaliar, validar e interpretar os resultados de modelos não supervisionados

OA3: Desenvolver um projeto de descoberta de conhecimento a partir de dados utilizando modelos de aprendizagem não supervisionada

OA4: Tomar conhecimento com vários contextos de problemas (por exemplo, segmentação de clientes) nos quais a aprendizagem supervisionada pode efetivamente proporcionar soluções relevantes para esses problemas

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

LO1: To understand the main methods of unsupervised machine learning

LO2: To assess, validate and interpret the results from unsupervised models

LO3: To develop a project on knowledge extraction from raw data using unsupervised machine learning models

LO4: To know and be aware of several problems contexts (e.g., customer segmentation) in which unsupervised machine learning can effectively deliver relevant solutions to those problems

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CP1: Contextualização e relevância dos métodos de aprendizagem não supervisionada para resolução de problemas a partir de dados

CP2: Abordagens para redução da dimensionalidade dos dados

CP2.1.: Análise de componentes principais

CP2.2.: Análise de componentes independentes

CP2.3.: Decomposição em valores singulares

CP2.4.: Factorização não negativa

CP2.5.: Exemplos e aplicações em contextos organizacionais

CP3: Clustering:

CP3.1.: K-means

CP3.2.: Expectation-maximization

CP3.3.: Clustering hierárquico

CP3.4.: Métodos partitivos

CP3.5.: Mapas self-organizing

CP3.6.: Validação de modelos de clustering e sua qualidade

CP3.7.: Exemplos e aplicações em contextos organizacionais

4.4.5. Syllabus:

SY1: Contextualization and relevance of unsupervised machine learning methods to solve problems from data

SY2: Approaches to dimensionality reduction:

SY2.1.: Principal components analysis

SY2.2.: Independent component analysis

SY2.3.: Singular value decomposition

SY2.4.: Non-negative matrix factorization

SY2.5.: Examples and applications in organizational contexts

SY3: Clustering:

SY3.1.: K-means

SY3.2.: Expectation-maximization

SY3.3.: Hierarchical clustering

SY3.4.: Partitioning methods

SY3.5.: Self-organizing maps

SY3.6.: Validation of clustering models and quality assessment

SY3.7.: Examples and applications in organizational contexts

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

São, de seguida, indicados através dos códigos referidos nos objetivos e no programa, quais são os elementos do programa que respondem a cada um dos objetivos:

OA1: CP1

OA2: CP2; CP3

OA3: CP1; CP2; CP3

OA4: CP1; CP2; CP3

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

Next, the items from the program that correspond to each goal/objective are highlighted:

LO1: SY1

LO2: SY2; SY3

LO3: SY1; SY2; SY3

LO4: SY1; SY2; SY3

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O processo de aprendizagem é essencialmente prático na medida em que os problemas são primeiramente apresentados e os alunos são sensibilizados para a importância da sua resolução. À medida que a aula flui, os conceitos teóricos são apresentados após se explicar como cada situação específica é endereçada. Desta forma, o ensino é guiado essencialmente pela prática.

Os alunos são avaliados a 100% por um projeto, nos seguintes moldes:

-> 1ª Época: projeto realizado em grupos de alunos ao longo do semestre e acompanhado com aulas de tutorias (12 horas) (50%). Discussão individual na 1ª época de avaliação (50%).

-> 2ª Época e Época especial: projeto individual

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The learning process is essentially through practice in a way that the problems are first introduced and students gain awareness to the importance of solving them. As classes develop, the theoretical concepts are presented after explaining and discussion how each specific challenge can be solved. Therefore, the teaching is essentially practice-based.

Students are assessed (100%) by a project, as follows:

-> 1st Evaluation period: project developed in groups of students throughout the semester and supervised by the professor in tutorial classes (12 hours) (50%). Individual discussion during the 1st evaluation period (50%).

-> 2nd Evaluation period and Special period: individual project

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

Inicialmente, os alunos tomam contacto com problemas para os quais é necessário identificar dados que os caracterizam. É através desses problemas que os primeiros conceitos são expostos, devidamente elencando para soluções de aprendizagem não supervisionada (OA1). Posteriormente, em aulas de laboratório, os alunos desenvolvem modelos não supervisionados (OA2 e OA3). Durante essas aulas, os conceitos teóricos vão sendo gradualmente introduzidos, de forma a facilitar a conexão entre teoria e prática. Durante as aulas de laboratório, é apresentado o enunciado do projeto a ser desenvolvido em trabalho autónomo. O projeto é acompanhado por aulas de tutoria, num modelo em que o docente transmite o conhecimento ao mesmo tempo que assume o papel de "cliente" ao qual o projeto tem de ser entregue (OA3 e OA4).

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

Initially, students are introduced to problems to which it is necessary to identify data that characterize them. It is through that problems that the first concepts are presented, linking to unsupervised learning approaches (LO1). Then, in lab classes, students develop unsupervised learning models (LO2; LO3). During that classes, the theoretical concepts are gradually introduced, to make it easier to link theory to practice. During the lab classes, the project requirements are presented, which are to be autonomously developed. There are tutorial classes, in a model in which the lecturer teaches at the same time she/he assumes the role of customer to which the project needs to be delivered (LO3; LO4).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Berry, M. W., Mohamed, A., & Yap, B. W. (Eds.). (2019). Supervised and unsupervised learning for data science. Springer Nature.

Vidal, R., Ma, Y., & Sastry, S. S. (2016). Generalized principal component analysis (Vol. 5). New York: Springer.

Reddy, C. K. (2018). Data Clustering: Algorithms and Applications. Chapman and Hall/CRC.

Mapa IV - Big Data**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Big Data

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Big Data

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=15; PL=21; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

No final da UC os alunos deverão ser capazes de:

OA1 Compreender e identificar os problemas associados ao processamento de grandes quantidades de informação

OA2 Compreender os conceitos e ecossistema da Big Data

OA3 Saber desenhar e concretizar soluções de armazenamento de dados em ambiente distribuído e tolerantes a falhas

OA4 Saber extrair, manipular e carregar grandes quantidades de informação de fontes de dados não estruturadas

OA5 Saber manipular e processar bases de dados não relacionais

OA6 Compreender e saber aplicar os modelos de programação e computação distribuídos

OA7 Compreender e saber aplicar técnicas para tratamento de estruturas JSON e streams de dados em tempo real

OA8 Desenvolver a criatividade, inovação tecnológica, pensamento crítico

OA9 Desenvolver a autoaprendizagem, revisão por pares, trabalho em equipa, expressão escrita e oral

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

At the end of the course students should be able to

OA1 Understand and identify the problems associated with the processing of large amounts of data and information

LO2 Understand the concepts and ecosystem of Big Data

LO3 Design and implement solutions for data storage in a distributed and fault tolerant environment

LO4 Extract, transform and load large amounts of information from unstructured data sources

LO5 Know how to manipulate and process non-relational databases

LO6 Understand and now how to apply distributed programming and computing models

LO7 Understand and now how to apply techniques for processing JSON structures and real time data streams

LO8 Develop creativity, technological innovation, critical thinking

LO9 Develop self-learning, peer review, teamwork, verbal and oral expression

4.4.5. Conteúdos programáticos:

C1 O conceito de Big Data, os problemas aplicáveis e o respetivo ecossistema

C2 Introdução às bases de dados não relacionais e ao MongoDB

C3 Arquitetura de computação para Big Data: (1) redundante e tolerante a falhas e (2) distribuída para suportar grandes volumes de dados. Exemplo da plataforma Hadoop e do seu sistema de ficheiros distribuído

C4 O modelo de programação MapReduce

C5 O desenho de bases de dados no MongoDB

C6 A manipulação de estruturas JSON e de dados em tempo real

C7 O processo de ETL – Extract, Transform and Load aplicado a datasets com dados reais desnormalizados e desenvolvimento de aplicações de processamento de Big Data em ambientes Spark e MongoDB

4.4.5. Syllabus:

S1 The concept of Big Data, applicable problems and its ecosystem

S2 Introduction to non-relational databases and MongoDB

S3 Computing architecture for Big Data: (1) redundant and fault tolerant and (2) distributed to support large volumes of data. Example of the Hadoop platform and its distributed file system

S4 The MapReduce programming model

S5 Designing databases in MongoDB

S6 Manipulation of JSON structures and real-time data

S7 The ETL - Extract, Transform and Load process applied to unnormalized data sets and development of Big Data processing applications in Spark and MongoDB environments

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

OA1 - {C1}

OA2 - {C1}

OA3 - {C3}

OA4 - {C6, C7}

OA5 - {C2, C5}

OA6 - {C3, C4}

OA7 - {C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7}

OA8 - {C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7}

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

LO1 - {S1}

LO2 - {S1}

LO3 - {S3}

LO4 - {S6, S7}

LO5 - {S2, S5}

LO6 - {S3, S4}

LO7 - {S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7}

LO8 - {S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Total de 150 horas:

• **Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (12 h)**

• **Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo, apresentações convidadas (3 h)**

• **Aulas ativas: realização de exercícios, dos entregáveis do projeto de grupo em lab e apresentação do projeto (21h)**

• **Aula de apoio tutorial(1h)**

• **Trabalho autónomo do aluno: auto-estudo com apoio Coursera, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h)**

UC com Avaliação Periódica, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória em 90% de todas as atividades da UC. Pesos da avaliação:

• **Trabalhos lab individuais, 80% obrigatórios (25%)**

• **Projeto lab (grupo de 2), com discussão oral individual (50%)**

• **2 mini-testes de resposta múltipla (25%)**

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1º ou 2º épocas, valendo 50% da nota, sendo obrigatória a aprovação no Projeto em grupo ou a realização de um projeto individual (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

For a total of 150 hours:

• **Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, educational short videos (12 h).**

• **Participative lectures in the analysis and discussion of case studies and presentations from guest speakers (3 h).**

• **Tutorial support (1h)**

• **Active lectures for project-laboratory work, using state-of-the-art tools (21 h).**

• **Autonomous student work: self-study with Coursera support, review of the given theoretical material and group project work (113h)**

Course with Periodic Assessment, not by Final Exam. Presence required in 90% of all the activities.. Assessment weights:

- **Individual practical assignments, 80% of which are compulsory (25%)**

- **Lab project (in group of 2), with individual oral discussion (50%)**

- **2 multiple response Mini-tests (25%)**

A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (50% of the mark), with the completion and approval of the group project, or an individual project is mandatory (50%).

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

É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):

• **Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1, OA2, OA3, OA4, OA5, OA6.**

• **Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA1, OA3, OA4.**

• **Aulas ativas com a realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA1, OA2, OA3, OA4, OA5, OA6, OA7,**

OA8

• **Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA1, OA2, OA3, OA4, OA5, OA6, OA7, OA8**

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

The relations between the teaching methodologies and the learning outcomes (LO) are as follows:

- *Traditional lectures for presenting theoretical frameworks: L01 + L02 + L03 + L04 + L05 + L06.*
- *Participative lectures in the analysis and discussion of case studies: L01 + L03 + L04.*
- *Active lectures for developing the 4 deliverables of the group project: L03 + L04 + L05 + L06 + L07 + L08*
- *Self-study and autonomous work is expected from each student, to consult the bibliography, review the theoretical material and perform group work deliverables: L01 + L02 + L03 + L04 + L05 + L06 + L07 + L08*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Big Data: Algorithms, Analytics, and Applications, Kuan-Ching Li et al., Chapman and Hall/CRC, 2015.

Kumar, V. Shindgikar, P. (2018). Modern Big Data Processing with Hadoop. Ed: Packt. ISBN-13: 978-1-78712-276-5

NoSQL Database: New Era of Databases for Big data Analytics - Classification, Characteristics and Comparison, A B M Moniruzzaman, Syed Akhter Hossain, 2013 (<https://arxiv.org/abs/1307.0191>)

Practical Data Science with Hadoop and Spark: Designing and Building Effective Analytics at Scale, Ofer Mendeleevitch, Casey Stella and Douglas Eadline, Addison-wesley, 2016.

Advanced Analytics with Spark: Patterns for Learning from Data at Scale, Sandy Ryza et al., O'Reilly Media, 2017.

Mapa IV - Aprendizagem Automática Supervisionada**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Aprendizagem Automática Supervisionada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Supervised Machine Learning

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

- OA1: O processo de descoberta de conhecimento a partir de dados e as etapas usuais**
- OA2: A metodologia CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining)**
- OA3: Caracterização de problemas a partir de dados e preparação dos mesmos**
- OA4: Problemas de regressão**
- OA5: Problemas de classificação**
- OA6: Regressão linear e logística**
- OA7: Árvores de decisão**
- OA8: Naive-Bayes**
- OA9: Redes neuronais artificiais**
- OA10: Máquinas de vetores de suporte**
- OA11. Desenvolvimento, de forma autónoma, de soluções para problemas específicos de casos do mundo real que envolvam preparação de dados, modelação e avaliação dos resultados**

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

- LO1: The knowledge discovery from data process and its usual phases**
- LO2: The CRISP-DM methodology (Cross Industry Standard Process for Data Mining)**
- LO3: Characterizing problems through data and data preparation**
- LO4: Regression problems**
- LO5: Classification problems**
- LO6: Linear regression and logistic regression**
- LO7: Decision trees**
- LO8: Naive-Bayes**
- LO9: Artificial neural networks**
- LO10: Support vector machines**
- LO11: Development of autonomous solutions to specific problems from real-world which include data preparation, modeling, and evaluation**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1: A caracterização de um problema a partir de dados existentes (de uma ou mais fontes);**
- CP2: A importância da seleção das variáveis adequadas;**
- CP3: Introdução à extração de conhecimento a partir de dados (Data Mining) e principais metodologias;**
- CP4: Tratamento e preparação de dados;**
- CP5: Problemas de classificação (e.g., sequence labeling) e métricas;**
- CP6: Problemas de regressão e métricas;**
- CP7: Regressão linear e logística**
- CP8: Árvores de decisão**
- CP9: Naive-Bayes**
- CP10: Redes neuronais artificiais**
- CP11: Máquinas de vetores de suporte**

4.4.5. Syllabus:

- SY1: The characterization of a problem based on existing data (from one or more sources);**
- SY2: The importance of feature/variable selection;**
- SY3: Introduction to knowledge extraction from data (Data Mining) and main methodologies;**
- SY4: Data preparation and cleaning;**
- SY5: Classification problems (e.g., sequence labeling) and performance metrics;**
- SY6: Regression problems and performance metrics;**
- SY7: Linear regression and logistic regression**
- SY8: Decision trees**
- SY9: Naive-Bayes**
- SY10: Artificial neural networks**
- SY11: Support vector machines**

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

- São, de seguida, indicados através dos códigos referidos nos objetivos e no programa, quais são os elementos do programa que respondem a cada um dos objetivos:**
- OA1: CP1; CP3**
- OA2: CP3; CP4; CP5; CP6**
- OA3: CP1; CP2; CP5; CP6**
- OA4: CP5**
- OA5: CP6**
- OA6: CP7**
- OA7: CP8**
- OA8: CP9**
- OA9: CP10**

OA10: CP11

OA11: CP1-CP11

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

Next, the items from the program that correspond to each gLOI/objective are highlighted:

LO1: SY1; SY3

LO2: SY3; SY4; SY5; SY6

LO3: SY1; SY2; SY5; SY6

LO4: SY5

LO5: SY6

LO6: SY7

LO7: SY8

LO8: SY9

LO9: SY10

LO10: SY11

LO11: SY1-SY11

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O processo de aprendizagem é essencialmente prático na medida em que os problemas são primeiramente apresentados e os alunos são sensibilizados para a importância da sua resolução. À medida que a aula flui, os conceitos teóricos são apresentados após se explicar como cada situação específica é endereçada. Desta forma, o ensino é guiado essencialmente pela prática.

Os alunos são avaliados a 100% por um projeto, nos seguintes moldes:

-> 1ª Época: projeto realizado em grupos de alunos ao longo do semestre e acompanhado com aulas de tutorias (12 horas) (50%). Discussão individual na 1ª época de avaliação (50%).

-> 2ª Época e Época especial: projeto individual

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The learning process is essentially through practice in a way that the problems are first introduced and students gain awareness to the importance of solving them. As classes develop, the theoretical concepts are presented after explaining and discussion how each specific challenge can be solved. Therefore, the teaching is essentially practice-based.

Students are assessed (100%) by a project, as follows:

-> 1st Evaluation period: project developed in groups of students throughout the semester and supervised by the professor in tutoring classes (12 hours) (50%). Individual discussion during the 1st evaluation period (50%).

-> 2nd Evaluation period and Special period: individual project

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

Inicialmente, os alunos tomam contacto com problemas para os quais é necessário identificar dados que os caracterizam. É através desses problemas que os primeiros conceitos são expostos (OA1 e OA3). Posteriormente, em aulas de laboratório, os alunos desenvolvem, através da metodologia CRISP-DM, pequenos scripts para resolver as várias etapas do processo de descoberta de conhecimento a partir de dados (OA4-OA8). Durante essas aulas, os conceitos teóricos vão sendo gradualmente introduzidos, de forma a facilitar a conexão entre teoria e prática. Durante as aulas de laboratório, é apresentado o enunciado do projeto a ser desenvolvido em trabalho autónomo. O projeto é acompanhado por aulas de tutoria, num modelo em que o docente transmite o conhecimento ao mesmo tempo que assume o papel de "cliente" ao qual o projeto tem de ser entregue (OA1; OA2; OA3; OA9).

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

Initially, students are introduced to problems to which it is necessary to identify data that characterize them. It is through those problems that the first concepts are presented (LO1 and LO3). Then, in lab classes, students develop, through the CRISP-DM methodology, small scripts to solve the several steps of the knowledge discovery process from data (LO4-LO8). During those classes, the theoretical concepts are gradually introduced, to make it easier to link theory to practice. During the lab classes, the project requirements are presented, which are to be autonomously developed. There are tutoring classes, in a model in which the lecturer teaches at the same time she/he assumes the role of customer to which the project needs to be delivered (LO1; LO2; LO3; LO9).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). **Data Mining: Practical machine learning tools and techniques.** Morgan Kaufmann.*

*Sharda, R., Delen, D., Turban, E., Aronson, J., & Liang, T. P. (2014). **Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support-(Required).** Prentice Hall.*

Mapa IV - Text Mining

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Text Mining

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Text Mining

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (T=12; TP=24; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1: Descrever os conceitos, etapas e métodos principais envolvidos no desenvolvimento de processos de Text Mining

OA2: Atomizar documentos, criar dicionários e realizar outras tarefas de pré-processamento de modo a preparar texto para tarefas de classificação

OA3: Selecionar as técnicas apropriadas para tarefas específicas de processamento de texto

OA4: Criar representações vectoriais a partir de textos

OA5: Explicar o funcionamento de algoritmos para classificação de texto, tal como o Naïve Bayes ou nearest-neighbor

OA6: Aplicar um classificador no tratamento de casos reais

OA7: Agrupar documentos usando o algoritmo k-means

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

OA1: To describe the main concepts, steps and methods involved in the development of Text Mining processes

OA2: To atomize documents, create dictionaries and perform other pre-processing tasks in order to prepare text for classification tasks

OA3: To select appropriate techniques for specific text processing tasks

OA4: Create vector representations from texts

OA5: Explain the operation of algorithms for text classification, such as Naïve Bayes or nearest-neighbor

OA6: To apply a classifier to real cases

OA7: To group documents using k-means algorithm

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução

CP1: Utilidade de grandes quantidades de texto, desafios e métodos atuais
CP2: Informação não estruturada vs. (semi-)estruturada
CP3: Obtenção e filtragem de informação, extração de informação e Data Mining
Representação de documentos
CP4: Preparação e limpeza de documentos
CP5: Extração de propriedades
CP6: Estratégias de pesagem de termos
CP7: Modelos de espaços vectoriais
CP8: Medidas de similaridade
Classificação de Texto
CP9: Introdução à aprendizagem automática estatística
CP10: Medidas de avaliação
CP11: Aprendizagem supervisionada
CP12: Naïve Bayes
CP13: Algoritmo Nearest Neighbor
CP14: Análise de sentimento
CP15: Recursos para Text Mining
Clustering
CP16: algoritmo k-means

4.4.5. Syllabus:**Introduction**

CP1: Importance of large quantities of text, challenges and current methods
CP2: Unstructured vs. (semi-)structured information
CP3: Obtaining and filtering information, information extraction and Data Mining

Document Representation

CP4: Document pre-processing
CP5: Feature extraction: terms as features
CP6: Term weighting schemes
CP7: Vector space models
CP8: Similarity measures

Text Classification

CP9: Introduction to statistical machine learning

CP10: Evaluation**CP11: Supervised learning****CP12: Naïve Bayes****CP13: Nearest Neighbor****CP14: Sentiment analysis****CP15: Text Mining Resources****Clustering****CP16: k-means algorithm****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

OA1: CP1, CP2, CP3

OA2: CP4, CP5, CP6, CP7, CP8

OA3: CP3, CP4, CP5, CP6

OA4: CP4, CP5, CP6, CP7

OA5: CP11, CP12, CP13

OA6: CP14, CP15

OA7: CP16

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

OA1: CP1, CP2, CP3

OA2: CP4, CP5, CP6, CP7, CP8

OA3: CP3, CP4, CP5, CP6

OA4: CP4, CP5, CP6, CP7

OA5: CP11, CP12, CP13

OA6: CP14, CP15

OA7: CP16

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC está estruturada em aulas teóricas e aulas práticas, com exercícios práticos semanais; esperam-se aproximadamente 6h/semana de trabalho autónomo. Todas as aulas deverão ser leccionadas em salas equipadas com projeção digital, computadores com acesso à Internet e um ambiente de desenvolvimento Python. Tendo em conta uma

vertente mais aplicacional, serão usadas ferramentas, tais como Python Orange, que permitem criar workflows visuais de mais alto nível.

Esta UC pode ser feita por avaliação periódica ou por exame. A avaliação periódica consiste em duas componentes: TRABALHO (40%) e MINI-TESTES (3 mini-testes, 20% cada). A nota mínima de cada uma das componentes é 8 valores (em 20). Em caso de reprovação, ou caso o estudante opte por avaliação por exame, o exame corresponde a 100% da nota.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is structured into theoretical and practical lectures, with weekly hands-on exercises; approximately 6h/week of autonomous work is expected. All classes will be taught in rooms equipped with digital projection, computers with Internet access and a Python development environment. Given a more applicational aspect, tools will be used, such as Python Orange, that allow for the creation of higher-level visual workflows.

This course can be concluded either by a periodic evaluation or by exam. The periodic evaluation consists of two components: TRABALHO (1 assignment, 40%) and MINI-TESTS (3 mini-tests, each worth 20%). The minimum score of each one of the components is 8 (in 20). In case of failure, or if the student chooses to be evaluated by an exam, the exam corresponds to 100% of the grade.

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

As aulas teóricas são o meio ideal para a exposição dos conceitos teóricos necessários. As aulas teórico/práticas permitem uma maior interação entre o docente e o aluno, o que não só ajudará ao desenvolvimento do raciocínio e análise crítica desejáveis como também permitirá um enriquecimento da turma com os contributos específicos de cada estudante.

O trabalho autónomo permitirá que o aluno desenvolva uma maior independência na abordagem deste tipo de problemas, permitindo um maior domínio dos principais conceitos.

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

Theoretical concepts are presented in lectures. The mixed theoretical and practical lessons allow greater interaction between the teacher and the student, which not only helps the development of the student's critical reasoning but will also promote the desirable enrichment of the whole class with the specific contributions of each student.

The autonomous work will allow the students to develop a greater independence in addressing such problems, allowing a greater mastery of the main concepts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Charu C. Aggarwal (2018). *Machine Learning for Text*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-73531-3>
- Gabe Ignatow, Rada F. Mihalcea (2017). *An Introduction to Text Mining: Research Design, Data Collection, and Analysis 1st Edition (2017)*. SAGE Publications
- Dan Jurafsky and James H. Martin (Sep 2021). *Speech and Language Processing (3rd ed. draft)*. <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>

Mapa IV - Análise de Software Malicioso

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise de Software Malicioso

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Malware Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (T=12; TP=12; PL=12; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

Após a conclusão desta UC os alunos estarão aptos a:

OA1. Identificarem e compreenderem o que é software malicioso

OA2. Identificarem as principais ameaças e consequências do software malicioso

OA3. Aprenderem diversas técnicas e ferramentas de análise adequadas para os múltiplos tipos de software malicioso

OA4. Compreenderem diversas formas de mitigação de ataques usando software malicioso

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

Upon completion of this course students will be able to:

LO1. Identify and understand what is malicious software (malware)

LO2. Identify the main threats and consequences of malicious software

LO3. Learn various techniques and analysis tools suitable for the multiple types of malicious software

LO4. Understand various ways of mitigating attacks using malicious software

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CP1. Introdução ao Software Malicioso: tipologia e técnicas

CP2. Atividades nocivas usando software malicioso

CP3. Análise de software malicioso: técnicas de análise, ambientes de análise, técnicas de evasão e anti-análise

CP4. Detecção de software malicioso: identificação de software malicioso, deteção de ataques de software malicioso

CP5. Resposta a software malicioso: interrupção de atividades maliciosas, identificação de origem e autoria do ataque.

4.4.5. Syllabus:

SC1. Introduction to Malicious Software: typology and techniques

SC2. Harmful activities using malicious software

SC3. Analysis of malicious software: analysis techniques, analysis environments, evasion techniques and anti-analysis

SC4. Detection of malicious software: identification of malicious software, detection of attacks of malicious software

SC5. Response to malicious software: disruption of malicious activity, identification of the origin and authorship of the attack

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

A demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem (OA), como a seguir se explicita:

OA1: CP1

OA2: CP2, CP3

OA3: CP3, CP4

OA4: CP5

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

The demonstration of coherence derives from the interconnection of the programmatic contents with the learning objectives (LO), as explained below:

LO1: CP1

LO2: CP2, CP3

LO3: CP3, CP4

LO4: CP5**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEA):

MEA1 Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demos, audiovisuais

MEA2 Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo

MEA3 Aulas ativas: realização de exercícios/entregáveis do projeto de grupo em lab/apresentações, usando ferramentas do estado-da-arte

MEA4 Trabalho autónomo por parte do aluno: auto-estudo, revisões, realização dos entregáveis do trabalho de grupo em lab

Avaliação Periódica:

- Teste individual (40%)

- Resolução de laboratórios (20%)

- Realização de Projeto em Grupo (40%)

Os alunos que reprovarem na avaliação periódica podem tentar realizar a cadeira em exame a realizar na 2ª época.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following teaching-learning methodologies (TM) will be used:

TM1 Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, audiovisual

TM2 Participative lectures in the analysis and discussion of case studies

TM3 Active lectures for exercises/project/laboratory/presentations work, using state-of-the-art tools

TM4 Autonomous student work: self-study, review of the given theoretical material and group project work in lab

Periodic Assessment:

- Individual test (40%)

- Laboratories cases (20%)

- Development of a Group Project (40%)

Students who fail the periodic assessment may try to take the subject in an exam in the 2nd season.

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

As metodologias de ensino-aprendizagem visam o desenvolvimento das principais competências de aprendizagem dos alunos que permitam cumprir com cada um dos objectivos de aprendizagem, pelo que, na grelha a seguir, apresenta-se as principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respectivos objectivos de aprendizagem (AO):

OA1: MEA1, MEA2, MEA4

OA2: MEA1, MEA2, MEA4

OA3: MEA1, MEA2, MEA3, MEA4

OA4: MEA1, MEA2, MEA3, MEA4

O documento de Planeamento de Unidade Curricular (PUC), detalhado para cada aula, evidencia a relação entre os métodos pedagógicos de ensino (de acordo com a tipologia de aula) e os objectivos de aprendizagem.

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

The teaching-learning methodologies aim to develop the students' main learning competencies in order to fulfil each of the learning objectives. The following grid presents the main interconnections between the teaching-learning methodologies (TM) and the respective learning objectives (LO):

LO1: TM1, TM2, TM4

LO2: TM1, TM2, TM4

LO3: TM1, TM2, TM3, TM4

LO4: TM1, TM2, TM3, TM4

The curricular unit planning document (PUC), detailed for each lesson, shows the relation between the teaching methods (according to the lesson typology) and the learning objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Sikorski M., Honig A. (2012). Practical Malware Analysis, The Hands-On Guide to Dissecting Malicious Software. No Starch Press. ISBN: 978-1-593-27290-6.

Monnappa K. A. (2018). Learning Malware Analysis: Explore the concepts, tools, and techniques to analyze and investigate Windows malware. Packt Publishing. ISBN: 978-1788392501.

Ligh M. H., Adair S., Hartstein B., Richard M. (2010). Malware Analyst's Cookbook and DVD: Tools and Techniques for Fighting Malicious Code. Wiley. ISBN: 978-0-470-61303-0.

Barker D. (2021). Malware Analysis Techniques: Tricks for the triage of adversarial software. Packt Publishing. ISBN: 978-1839212277.

Mapa IV - Desenvolvimento de Cenários e Exercícios de Gestão de Crises no Ciberespaço**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Desenvolvimento de Cenários e Exercícios de Gestão de Crises no Ciberespaço

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Development of Scenarios and Exercises of Crisis Management in Cyberspace

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

310

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (T=12; TP=12; PL=12; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

No final da UC, o aluno deve ser capaz de desenvolver cenários, planejar Exercícios e promover a sua execução. Em particular, o discente deve ser capaz de:

OA1. Avaliar as implicações políticas e estratégicas do Ciberespaço e analisar o seu impacto nos domínios Político, Económico e Militar

OA2. Identificar os princípios associados ao planeamento dos Exercícios de Gestão de Crises da NATO, da UE e no domínio da Ciberdefesa

OA3. Analisar metodologias para avaliação de ameaças, vulnerabilidades e riscos

OA4. Aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da UC de Guerra de Informação

OA5. Desenvolver Cenários de apoio à Gestão de Crises no Ciberespaço

OA6. Identificar iniciativas ao nível da Cibersegurança e Ciberdefesa que reduzam o impacto da ocorrência de ciberataques e facilitem a gestão de crises no ciberespaço

OA7. Mitigar as suas consequências e reduzir a probabilidade de que estas voltem a ocorrer novamente

OA8. Planejar e executar Exercícios de Crises no Ciberespaço

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

At the end of the course, the student should be able to develop scenarios, plan Exercises and promote their execution. In particular, the student should be able to:

LO1. Evaluate the political and strategic implications of Cyberspace and analyse its impact on the Political, Economic and Military domains

LO2. Identify the principles associated with the planning of NATO, EU and Cyber Defence Crisis Management Exercises

LO3. Analyse methodologies for threats, vulnerabilities and risks assessment

LO4. Apply the knowledge acquired during the Information Warfare course

LO5. Develop Scenarios to support Crisis Management in Cyberspace

LO6. Identify Cybersecurity and Cyber defence initiatives that reduce the impact of cyber attacks and facilitate crisis management in cyberspace

LO7. Mitigate their consequences and reduce the likelihood of reoccurrence

LO8. Plan and execute Crisis Exercises in Cyberspace

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CP1. Enquadramento das Operações de Informação em Portugal

CP2. Princípios de Construção de Exercícios de Gestão de Crises:

- **Operações de Gestão de Crises na UE: Planeamento Militar ao Nível Político e Estratégico (Caso de Estudo CMO UE);**

- **Exercício de Gestão de Crises da NATO (Caso de Estudo CMX)**

- **Exercício de Ciberdefesa NATO (Caso de Estudo Cyber Coalition).**

CP3. Construção de Cenários para Exercícios de Gestão de Crises

CP4. Introdução ao Exercício de Gestão de Crises no Ciberespaço (Racional, Enquadramento, Apresentação das Ferramentas e Objectivos a atingir).

CP5. Exercício "Day After in ... Cyberspace"

- **Preparação do Exercício e Ferramentas de Apoio**

- **Execução do Exercício**

• **1ª Fase (Tomar Consciência e Mitigar os Efeitos da Crise)**

• **Discussão da 1ª Fase**

• **2ª Fase (Planeamento Estratégico de Iniciativas Futuras)**

• **Discussão da 2ª Fase**

- **Análise e Avaliação do Exercício**

4.4.5. Syllabus:

SC1. Framework of Information Operations in Portugal

SC2. Principles of Crisis Management Exercises Construction:

- **EU Crisis Management Operations: Military Planning at the Political and Strategic Level (CMO EU Case Study);**

- **NATO Crisis Management Exercise (Case Study CMX)**

- **NATO Cyber Defence Exercise (Cyber Coalition Case Study).**

SC3. Scenario Construction for Crisis Management Exercises

SC4. Introduction to Crisis Management Exercise in Cyberspace (Rationale, Framework, Tools Presentation and Objectives to be achieved).

SC5. Exercise "Day After in ... Cyberspace

- **Exercise Preparation and Support Tools**

- **Execution of the exercise**

- **Phase 1 (Awareness and Mitigating the Effects of the Crisis)**

- **Phase 1 Discussion**

- **Phase 2 (Strategic Planning of Future Initiatives)**

- **Discussion of 2nd Phase**

- **Exercise Analysis and Evaluation**

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

Os objetivos da unidade curricular adequam-se aos conteúdos programáticos e são desenvolvidos de acordo com a evolução na aprendizagem dos conteúdos, encontrando-se adaptados às várias partes em que se divide o programa proposto.

Desta forma, o conteúdo programático de cada capítulo procura contribuir para a consecução de determinados objetivos específicos, conforme se demonstra nas relações a seguir identificadas:

OA1: CP1, CP2

OA2: CP2

OA3: CP2, CP3, CP4

OA4: CP3, CP4

OA5: CP3

OA6: CP4, CP5

OA7: CP5

OA8: CP5

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

The objectives of the course unit are appropriate to the programmatic content and are developed in accordance with the evolution in the learning of the contents, being adapted to the various parts in which the proposed program is divided.

Thus, the programmatic content of each chapter seeks to contribute to the achievement of certain specific objectives, as shown in the relationships identified below:

LO1: SC1, SC2

LO2: SC2

LO3: SC2, SC3, SC4

LO4: SC3, SC4

LO5: SC3

LO6: SC4, SC5

LO7: SC5

LO8: SC5

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de Ensino envolvem a realização de palestras, a discussão dirigida (utilizando textos científicos) e a participação ativa na realização de um Exercício (incluindo apresentações e trabalhos de natureza individual ou de grupo). As sessões letivas e palestras destinam-se à exposição e discussão dos conteúdos programáticos e à sua aplicação através de um processo deliberativo em grupo em contexto de Exercício, semelhante ao de uma clássica reunião de Estado-Maior/Staff.

O processo de avaliação desta unidade curricular resulta da recolha de dados referentes às intervenções de cada discente, tanto ao nível da sua participação individual como no contexto do trabalho em grupo, durante os períodos de preparação, execução e discussão do Exercício.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies involve lectures, directed discussion (using scientific texts) and active participation in an Exercise (including presentations and individual and group work). The teaching sessions and lectures are aimed at exposing and discussing the programmatic contents and their application through a deliberative group process in an Exercise context, similar to a classic Staff/Staff meeting.

The assessment process of this curricular unit results from the collection of data regarding the interventions of each student, both at the level of their individual participation and in the context of group work, during the periods of preparation, execution and discussion of the Exercise.

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

As metodologias de ensino estão em coerência com os objetivos da unidade curricular dado que:

1) Os métodos de ensino utilizados, ajustam-se à natureza dos conteúdos programáticos e dos objetivos a atingir em cada sessão. A realização de exposições sobre as diferentes matérias (palestra, discussão dirigida, execução), por parte do docente, convidados ou dos alunos, conjuga-se com a metodologia de avaliação estabelecida, permitindo assim atingir os objetivos definidos.

2) Neste contexto, independentemente da metodologia de ensino utilizada e da avaliação de conhecimentos realizada, cada conteúdo programático será objeto de síntese final pelo responsável da unidade curricular, de forma a consolidar o desenvolvimento das competências a adquirir no âmbito da Unidade Curricular.

3) As metodologias de ensino utilizadas procuram, sempre que possível, potenciar a participação ativa dos discentes, balizada e conduzida pelo docente responsável. Garante-se assim a transmissão metódica e rigorosa dos diferentes saberes ao mesmo tempo que se avalia a consecução dos objetivos por parte dos alunos. Sempre que ajustado, procura-se também estimular competências complementares nos discentes como sejam o trabalho de equipa, negociação, comunicação, exploração das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

O regime de avaliação foi concebido para medir até que ponto as competências foram desenvolvidas.

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

The teaching methods are consistent with the objectives of the course unit given that:

1) The teaching methods used, adjust to the nature of the programmatic content and the objectives to be achieved in each session. The presentations on different subjects (lecture, guided discussion, execution), by the teacher, guests or students, are combined with the established assessment methodology, thus allowing the achievement of the objectives set.

2) In this context, regardless of the teaching methodology used and the evaluation of knowledge held, each programmatic content will be subject to a final synthesis by the head of the curricular unit, in order to consolidate the development of the competences to be acquired in the scope of the curricular unit.

3) The teaching methodologies used seek, whenever possible, to enhance the active participation of students, guided and conducted by the teacher in charge. This ensures the methodical and rigorous transmission of the different knowledge while assessing the achievement of objectives by the students. Whenever appropriate, we also try to stimulate complementary skills in students such as teamwork, negotiation, communication, exploration of new Information and Communication Technologies (ICT).

The assessment scheme is designed to measure the extent to which skills have been developed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Exercício "O Dia Seguinte... no Ciberespaço", teve por base o Exercício "The Day After. in Cyberspace - II", conduzido pela Advanced Research Projects Agency (ARPA), em 23 de Março de 1996.

BENAVENTE, Daniel y (2012). "Threat Analysis Methodology. Spanish input for MNE 7 Objective 3.1 Risks, Vulnerabilities and Threats", Spanish Defence Staff .

MC 0458/1(2006). NATO Education, Training, Exercise and Evaluation Policy, 26 Março.

Bi-SC 75-3 (2008). Exercise Directive, 23 Dezembro.

GOP (2005). Guidelines for Operational Planning - Final Revision 1, Junho.

MC 362/1 (2003). NATO Rules of Engagement, Julho.

A bibliografia de apoio à Unidade Curricular inclui ainda outro material de apoio constituído por apontamentos (cópia de apresentações/ Intranet), manuais, livros de texto editados e por alguns excertos de artigos.

Mapa IV - Guerra da Informação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Guerra da Informação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Information War

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

310

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=15; PL=21; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

No final da UC, o aluno deve ser capaz de:

OA1. Diferenciar competição e conflito no domínio da Informação

OA2. Relacionar Geopolítica do Ciberespaço com a Estratégia Nacional da Informação (ENI)

OA3. Reconhecer a área económica como epicentro da moderna conflitualidade, onde a Força militar ocupa uma posição secundária na resolução dos conflitos

OA4. Relacionar Competitive Intelligence e Inteligência Económica com Guerra Económica

OA5. Definir planeamento operacional e explicar como este se aplica à Guerra de Informação

OA6. Reconhecer exemplos de Operações Baseadas em Efeitos (OBE)

OA7. Explicar o papel das Operações Centradas em Rede na condução de OBE

OA8. Explicar o papel das Operações de Informação na condução da GI

OA9. Definir Política e Estratégia Nacional da Informação (ENI)

OA10. Caracterizar as várias componentes da ENI

OA11. Distinguir Cibersegurança de Ciberdefesa e a sua relação com a ENI.

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

At the end of the UC, the student should be able to:

LO1. Differentiate between competition and conflict in the field of Information

LO2. Relate Cyberspace Geopolitics with the National Information Strategy (NIS)

LO3. Recognize the economic area as the epicenter of modern conflict, where the military force occupies a secondary position in conflict resolution

LO4. Relate Competitive Intelligence and Economic Intelligence with Economic Warfare

LO5. Define operational planning and explain how it applies to Information Warfare

LO6. Recognise examples of Effects Based Operations (OBE)

LO7. Explain the role of Network Centric Operations in conducting OBE

LO8. Explain the role of Information Operations in conducting IM

LO9. Define National Information Policy and Strategy (NIS)

LO10. Characterize the various components of NIS

LO11. Distinguish Cyber Security from Cyber Defence and its relationship with NIS.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CP1. Da Sociedade de Informação à Conflitualidade da Informação: - Enquadramento da Guerra de Informação/Competitive Intelligence.

CP2. Geopolítica do Ciberespaço e a Estratégia de Informação Nacional

CP3. Guerra Económica e Inteligência Económica.

CP4. Guerra de Informação Estratégica: Ciberterrorismo, Cibercriminalidade e Ciberdefesa. Proteção das Infraestruturas Críticas Nacionais

CP5. Planeamento Operacional e Centros de Gravidade

CP6. Operações Baseadas em Efeitos

CP7. Operações Centradas em Rede: Superioridade de Informação e Operações em Rede. Guerra Centrada em Rede (Network Centric Warfare).

CP8. Guerra Baseada em Informação: Guerra de Comando e Controlo (C2W). Operações de Informação. Operações no Ciberespaço

CP9. Política e Estratégia Nacional da Informação

4.4.5. Syllabus:

SC1. From Information Society to Information Conflictuality: - Framing Information Warfare/Competitive Intelligence.

SC2. Geopolitics of Cyberspace and the National Information Strategy

SC3. Economic Warfare and Economic Intelligence.

Strategic Information Warfare: Cyberterrorism, Cybercrime and Cyber Defence. Protection of National Critical Infrastructures

SC5. Operational Planning and Centres of Gravity

SC6. Effects Based Operations

SC7. Network Centric Operations: Information Superiority and Network Operations. Network Centric Warfare.

SC8. Information Based Warfare: Command and Control Warfare (C2W). Information Operations. Operations in Cyberspace

SC9. National Information Policy and Strategy

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

Os objetivos da unidade curricular adequam-se aos conteúdos programáticos e são desenvolvidos de acordo com a evolução na aprendizagem dos conteúdos, encontrando-se adaptados às várias partes em que se divide o programa proposto.

Desta forma, o conteúdo programático de cada capítulo procura contribuir para a consecução dos seguintes objetivos:

OA1: CP1, CP4

OA2: CP2, CP4

OA3: CP3

OA4: CP3

OA5: CP5, CP6, CP8

OA6: CP6, CP7, CP8

OA7: CP7, CP8

OA8: CP8

OA9: CP9

OA10: CP9

OA11: CP4, CP9

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

The objectives of the course unit are appropriate to the programmatic content and are developed in accordance with the evolution in the learning of the content, being adapted to the various parts in which the proposed program is divided.

Thus, the programmatic content of each chapter seeks to contribute to the achievement of the following objectives:

LO1: SC1, SC4

LO2: SC2, SC4
 LO3: SC3
 LO4: SC3
 LO5: SC5, SC6, SC8
 LO6: SC6, SC7, SC8
 LO7: SC7, SC8
 LO8: SC8
 LO9: SC9
 LO10: SC9
 LO11: SC4, SC9

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas incluem sessões teóricas e discussões dirigidas de carácter prático. Nas sessões teóricas será utilizado o método expositivo. As sessões de carácter prático incluem a resolução de exercícios e o estudo de casos.

A avaliação dos alunos é contínua, sendo a classificação final obtida com base em:

- (a) Participação nas atividades da UC, incluindo as discussões dos textos de trabalho e apresentações (10%);*
- (b) Trabalho individual de reflexão (75%);*
- (c) Trabalho de grupo (15%).*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes include theoretical sessions and practical directed discussions. In the theoretical sessions the expositive method will be used. The practical sessions include the resolution of exercises and case studies.

The assessment of students is continuous, being the final classification obtained based on:

- (a) Participation in the UC activities, including discussions of the working texts and presentations (10%);*
- (b) Individual reflection work (75%);*
- (c) Group work (15%).*

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

As metodologias de ensino estão em coerência com os objetivos da unidade curricular dado que:

- 1) Os métodos de ensino utilizados, ajustam-se à natureza dos conteúdos programáticos e dos objetivos a atingir em cada sessão. A realização de exposições sobre as diferentes matérias (palestra, discussão dirigida, execução), quer por parte do docente, quer dos alunos, conjuga-se com a metodologia de avaliação estabelecida, permitindo assim atingir os objetivos definidos.*
- 2) Neste contexto, independentemente da metodologia de ensino utilizada e da avaliação de conhecimentos realizada, cada conteúdo programático será objeto de síntese final pelo responsável da unidade curricular, de forma a consolidar o desenvolvimento das competências a adquirir no âmbito da Unidade Curricular.*
- 3) As metodologias de ensino utilizadas procuram, sempre que possível, potenciar a participação ativa dos discentes, balizada e conduzida pelo docente responsável. Garante-se assim a transmissão metódica e rigorosa dos diferentes saberes ao mesmo tempo que se avalia a consecução dos objetivos por parte dos alunos. Sempre que ajustado, procura-se também estimular competências complementares nos discentes como sejam o trabalho de equipa, negociação, comunicação, exploração das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). O regime de avaliação foi concebido para medir até que ponto as competências foram desenvolvidas.*

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

The teaching methods are consistent with the objectives of the course unit given that:

- 1) The teaching methods used, adjust to the nature of the programmatic content and the objectives to be achieved in each session. The presentations on the different subjects (lecture, directed discussion, execution), either by the teacher or by the students, are combined with the established assessment methodology, thus allowing the achievement of the objectives set.*
- 2) In this context, regardless of the teaching methodology used and the knowledge assessment carried out, each programmatic content will be subject to a final synthesis by the head of the curricular unit, in order to consolidate the development of the competences to be acquired in the curricular unit.*
- 3) The teaching methodologies used seek, whenever possible, to enhance the active participation of students, guided and conducted by the teacher in charge. This ensures the methodical and rigorous transmission of the different knowledge while assessing the achievement of objectives by the students. Whenever appropriate, we also try to stimulate complementary skills in students such as teamwork, negotiation, communication, exploration of new Information and Communication Technologies (ICT).*

The assessment regime is designed to measure the extent to which skills have been developed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- CASTELLS, M. (1999). *A Sociedade em Rede*. São Paulo, Paz e Terra
- ERBSCHLOE, M. (2001). *Information Warfare: How to Survive to Cyber Attacks*, McGraw-Hill.
- HARRIS, Shane (2014). *@War: The Rise of the Military-Internet Complex*, Boston-New York.

IDN-CESEDEN (2013). *Estratégia da Informação e Segurança no Ciberespaço. Caderno IDN, 12. Lisboa, Imprensa Nacional Casa da Moeda.*
NUNES, P. (2010). *Mundos Virtuais, Riscos Reais: Fundamentos para a definição da Estratégia da Informação Nacional, I CNSD, Editora Diário de Bordo.*
RID, T. (2011). *Cyber War Will Not Take Place, Journal of Strategic Studies.*
TABORDA, J. (2002). *Competitive Intelligence. Editora Pergaminho. Cascais.*
SINGER J.P., FRIEDMAN A. (2014). *Cybersecurity and Cyberwar: What Everyone Needs to Know. Oxford University Press.*
WALTZ, E. (1998). *Information Warfare: Principles and Operations. Artech House.*
A bibliografia de apoio inclui ainda manuais, livros de texto editados e artigos.

Mapa IV - Segurança em Hardware

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Segurança em Hardware

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Hardware Security

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
150

4.4.1.5. Horas de contacto:
37 (T=12; TP=12; PL=12; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Após a conclusão desta UC os alunos estarão aptos a:
OA1. Compreenderem a importância do funcionamento do hardware em conjunto com o software na cibersegurança
OA2. Conhecerem as principais ameaças, ataques e vulnerabilidades de segurança em hardware
OA3. Conhecerem os principais mecanismos de segurança em hardware e a implementação dos mesmos
OA4. Compreenderem e aplicarem processos de desenho seguro de hardware

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Upon completion of this course students will be able to:
LO1. Understand the importance of hardware functioning together with the software in cybersecurity
LO2. Know the main threats, attacks and vulnerabilities in hardware security
LO3. Know the main security mechanisms in hardware and their implementation

LO4. Understand and apply secure hardware design processes**4.4.5. Conteúdos programáticos:****CP1. Introdução à Segurança no hardware****CP2. Ciclo de desenho do hardware e a relação com a cibersegurança: processo de desenho, base de confiança, modelo de ameaças e vulnerabilidades****CP3. Modelos de avaliação da segurança do hardware: FIPS140-2, Common Criteria, EMVCo e SESIP (Security Evaluation Standard for IOT Platforms)****CP4. Plataformas seguras: Hardware Security Module (HSM), Smartcards e Trusted Platform Module (TPM)****CP5. Suporte de hardware para segurança do software ao nível da arquitetura: Trusted Execution Environment (TEE), ARM Trustzone, entre outros****CP6. Desenho de hardware para implementação de algoritmos ao nível da transferência do registo (RTL)****CP7. Ataques laterais, ataques a falhas de hardware e contramedidas****CP8. Geradores de entropia seguros em hardware: números aleatórios, funções fisicamente não-clonáveis (PUF)****CP9. Processo de desenho seguro de hardware****4.4.5. Syllabus:****SC1. Introduction to Hardware Security****SC2. Hardware design cycle and the relation with cybersecurity: design process, trust basis, threats and vulnerabilities model****SC3. Hardware security evaluation models: FIPS140-2, Common Criteria, EMVCo and SESIP (Security Evaluation Standard for IOT Platforms)****SC4. Secure Platforms: Hardware Security Module (HSM), Smartcards and Trusted Platform Module (TPM)****SC5. Hardware support for software security at the architecture level: Trusted Execution Environment (TEE), ARM Trustzone, among others****SC6. Hardware design for algorithms implementation at the register transfer level (RTL)****SC7. Lateral attacks, attacks on hardware failures and countermeasures****SC8. Hardware secure entropy generators: random numbers, physically non-clonable functions (PUF)****SC9. Secure hardware design process****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****A demonstração de coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem (OA), como a seguir se explicita:****OA1: CP1, CP3, CP3****OA2: CP2, CP3, CP7****OA3: CP4, CP5, CP6, CP7, CP8****OA4: CP7, CP9****4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:****The demonstration of coherence derives from the interconnection of the programmatic contents with the learning objectives (LO), as explained below:****LO1: SC1, SC3, SC3****LO2: SC2, SC3, SC7****LO3: SC4, SC5, SC6, SC7, SC8****LO4: SC7, SC9****4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):****Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEA):****MEA1 Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demos, audiovisuais****MEA2 Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo****MEA3 Aulas ativas: realização de exercícios/entregáveis do projeto de grupo em lab/apresentações, usando ferramentas do estado-da-arte****MEA4 Trabalho autónomo por parte do aluno: auto-estudo, revisões, realização dos entregáveis do trabalho de grupo em lab****Avaliação Periódica:****- Teste individual (40%)****- Resolução de laboratórios (20%)****- Realização de Projeto em Grupo (40%)****Os alunos que reprovarem na avaliação periódica podem tentar realizar a cadeira em exame a realizar na 2ª época.****4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):****The following teaching-learning methodologies (TM) will be used:**

- TM1 Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, audiovisual**
TM2 Participative lectures in the analysis and discussion of case studies
TM3 Active lectures for exercises/project/laboratory/presentations work, using state-of-the-art tools
TM4 Autonomous student work: self-study, review of the given theoretical material and group project work in lab

Periodic Assessment:

- Individual test (40%)
- Laboratories cases (20%)
- Development of a Group Project (40%)

Students who fail the periodic assessment may try to take the subject in an exam in the 2nd season.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
As metodologias de ensino-aprendizagem visam o desenvolvimento das principais competências de aprendizagem dos alunos que permitam cumprir com cada um dos objectivos de aprendizagem, pelo que, na grelha a seguir, apresenta-se as principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respectivos objectivos de aprendizagem (AO):

OA1: MEA1, MEA2, MEA4

OA2: MEA1, MEA2, MEA4

OA3: MEA1, MEA2, MEA3, MEA4

OA4: MEA1, MEA2, MEA3, MEA4

O documento de Planeamento de Unidade Curricular (PUC), detalhado para cada aula, evidencia a relação entre os métodos pedagógicos de ensino (de acordo com a tipologia de aula) e os objectivos de aprendizagem.

- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**
The teaching-learning methodologies aim to develop the students' main learning competencies in order to fulfil each of the learning objectives. The following grid presents the main interconnections between the teaching-learning methodologies (TM) and the respective learning objectives (LO):

LO1: TM1, TM2, TM4

LO2: TM1, TM2, TM4

LO3: TM1, TM2, TM3, TM4

LO4: TM1, TM2, TM3, TM4

The curricular unit planning document (PUC), detailed for each lesson, shows the relation between the teaching methods (according to the lesson typology) and the learning objectives.

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

Bhunja S., Tehranipour M. (2018). Hardware Security: A Hands-on Learning Approach. Morgan Kaufmann. ISBN: 978-0128124772.

Mukhopadhyay D., Chakraborty R. S. (2014). Hardware Security: Design, Threats, and Safeguards. Chapman and Hall/CRC. ISBN: 978-1439895832.

Ahmad-Reza Sadeghi, David Naccache, "Towards Hardware-intrinsic Security: Theory and Practice", Springer, 2010, ISBN: 978-3642144516

Valle J. (2021). Practical Hardware Pentesting: A guide to attacking embedded systems and protecting them against the most common hardware attacks. Packt Publishing. ISBN: 978-1789619133.

Dube R. (2008). Hardware-based Computer Security Techniques to Defeat Hackers: From Biometrics to Quantum Cryptography. Wiley. ISBN: 978-0470193396.

Mapa IV - Desenvolvimento e Gestão de Produto

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**
Desenvolvimento e Gestão de Produto

- 4.4.1.1. Title of curricular unit:**
Product Development and Management

- 4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**
340

- 4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):**
Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=24; PL=12; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*Conhecer e saber aplicar:**OA1 Processo empreendedor. Diferenças com a Gestão de Projetos.História.Tendências tecnológicas.**OA2 Metodologias: Plano de Negócios,Lean Startup.**OA3 Tela de modelo de negócio de produtos digitais.**OA4 Definição da missão, visão e valores de um projeto empresarial.Visão de produto.Como satisfazer as necessidades do utilizador.Técnicas de benchmarking do mercado e da concorrência.**OA5 Definição do produto.Processo Lean Startup, Técnicas de criação de MVPs.Priorização de funcionalidades.**OA6 Métricas relevantes para produtos digitais.**OA7 Lançamento de um produto digital,definindo critérios de sucesso,planeando e trabalhando com o marketing.**OA8 Ajustar o produto ao mercado.Processo de descoberta contínua.Ciclo de vida do produto. Interpretar e analisar dados.Evoluir o roteiro do produto.**OA9 Autoaprendizagem.Capacidade de comunicação com pares e partes interessadas no desenvolvimento do produto,através do seu mapeamento, apresentações, relatórios periódicos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***To know and to know how to apply:**OA1 Entrepreneurial process. Differences with Project Management. History. Technological trends.**OA2 Methodologies: Business Plan, Lean Startup.**OA3 Digital product business model canvas.**OA4 Defining the mission, vision and values of a business project. Product vision. How to satisfy user needs. Market and competitor benchmarking techniques.**OA5 Product definition. Lean Startup process, MVP creation techniques. Feature prioritization.**OA6 Relevant Metrics for digital products.**OA7 Launching a digital product, defining success criteria, planning and working with marketing.**OA8 Adjusting the product to the market. Continuous discovery process. Product life cycle. Interpreting and analyzing data. Evolving the product roadmap.**OA9 Self-learning. Ability to communicate with peers and stakeholders in product development, through its mapping, presentations, periodic reports.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***C1 Empreendedorismo e Gestão de Produto (GP): Ideias de negócio.Captação de valor.Plano de negócio.**C3 O Gestor de Produto: Fundamentos de GP. Descoberta. Equipas.Tela de produto.Mapa de empatia. Personas. Desenvolvimento.**C4 Pensamento Estratégico: Visão do produto e necessidades do utilizador. Estratégia. Concorrência. Roteiro. User stories.Critérios de aceitação. Requisitos.Tela do modelo de negócio.**C5 Definição do Produto: Lean Startup:construir, medir, aprender.Produito Mínimo Viável.Prova de conceito.Avaliação com utilizadores.**C6 Métricas de Produto: Métricas e KPIs. Métricas AARRR Aquisição,Ativação,Retenção, Receita e Recomendação.**OKR. Métricas de acompanhamento.**C7 Lançamento do Produto: Plano de lançamento.Conjunto mínimo de funcionalidades, sucesso e requisitos de*

negócio. Tração dos canais e marketing.

C8 Pós-lançamento do Produto: Ajuste de mercado. Processo de descoberta contínua. Ciclo de vida. Recolha e análise de dados de satisfação.

C9 Gestão das Partes Interessadas

4.4.5. Syllabus:

C1 Entrepreneurship and Product Management (PM): Business ideas. Value capture. Business plan.

C3 The Product Manager: Fundamentals of GP. Discovery. Teams. Product canvas. Empathy map. Personas. Product Development.

C4 Strategic Thinking: Product vision and user needs. Strategy. Competition. Roadmap. User stories. Acceptance criteria. Product Requirements. Business model canvas.

C5 Product Definition: Lean Startup: build, measure, learn. Minimum Viable Product - MVP. Proof of concept. Evaluation with users.

C6 Product Metrics: Metrics and KPIs. AARRR Metrics Acquisition, Activation, Retention, Revenue and Recommendation. OKR. Tracking Metrics.

C7 Product Launch: Launch plan. Minimum feature set, success and business requirements. Channel traction and marketing.

C8 Product Post-Release: Market fit. Continuous discovery process. Life cycle. Satisfaction data collection and analysis.

C9 Stakeholder Management

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

O alinhamento dos conteúdos programáticos (CP) com os objetivos de aprendizagem (OA) é o seguinte:

OA1 - {C1}

OA2 - {C2}

OA3 - {C3}

OA4 - {C4}

OA5 - {C5}

OA6 - {C6}

OA7 - {C7}

OA8 - {C8}

OA9 - {C9}

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

The alignment of the syllabus items (CP) with the learning outcomes (OA) follows:

LO1 - {S1}

LO2 - {S2}

LO3 - {S3}

LO4 - {S4}

LO5 - {S5}

LO6 - {S6}

LO7 - {S7}

LO8 - {S8}

LO9 - {S9}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Para um total de 150 horas:

Aulas expositivas teórico-práticas. Teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (12h).

Aulas participativas. Análise e discussão de casos de estudo. Apresentações convidadas (6h).

Aulas ativas com a realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo, utilizando ferramentas do estado-da-arte (18h).

Aula de apoio tutorial (1h).

Trabalho autónomo por parte do aluno: autoestudo, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h).

UC em Avaliação Contínua, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória do aluno em 90% das atividades.

Pesos da avaliação:

• 5% Assiduidade e participação nas aulas.

• 70% Trabalho de projeto laboratorial em grupo + apresentação final e discussão individual.

• 25% 2 mini-testes com resposta múltipla.

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1ª ou 2ª épocas (30% da nota), sendo obrigatória a aprovação no projeto em grupo ou a aprovação num projeto individual (70%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

For a total of 150 hours:

Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, educational short videos (12h).

Participative lectures in the analysis and discussion of case studies and presentations from guest speakers (12h).
Active lectures for developing the deliverables of the group project/laboratory work, using state-of-the-art tools (12h).
Autonomous student work: self-study, review of the given theoretical material and group project work (113h).

Course w/ continuous assessment. No Final Exam. Presence required in 90% of all the activities. Assessment weights:

- 5% Attendance and participation in the classes.
- 70% Lab project carried out in a group + the final presentation and individual discussion.
- 25% 2 Mini-tests with multiple choice.

A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (30% of the mark), where the completion and approval of the group project or an individual project (70%) is mandatory.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):
Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+OA8

Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA2 + OA4 + OA6 + OA7.

Aulas ativas com a realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+ OA8 + OA9.

Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+ OA8 + OA9.

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

The relations between the teaching methodologies and the learning outcomes (LG) are as follows:

Traditional lectures for presenting theoretical frameworks: L01 + L02 + L03 + L04 + L05+ L06 + L07 + L08.

Participative lectures in the analysis and discussion of case studies: L02 + L04 + L06 + L07.

Active lectures for developing the 4 deliverables of the group project: L02 + L03 + L04 + L05 + L06 + L07 + L08 + L09.

Self-study and autonomous work is expected from each student, to consult the bibliography, review the theoretical material and perform group work deliverables: L02 + L03 + L04 + L05 + L06 + L07 + L08 + L09.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Sandy, K (2019), The Influencial Product Manager, Berrett-Koehler Publishers, Inc., 2019, ISBN 978-1-5230-8746-4

Olsen, D. (2015) The Lean Product Playbook, Wiley, 2015, ISBN: 978-1-118-96087-5

Alex Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010), "Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers", primeiras 72 páginas, Wiley, <https://canvanizer.com/book/business-model-generation>

Ries, E. (2017), "The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses", capítulos 3 e 4, Penguin Group

Mapa IV - Inovação e Empreendedorismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Inovação e Empreendedorismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Entrepreneurship and Innovation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

340

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=24; PL=12; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Conhecer e saber aplicar:******OA1 Processo empreendedor. Tendências tecnológicas relevantes e dinâmicas socio-económicas no contexto macro do empreendedorismo******OA2 Metodologias: Plano de Negócios, Lean Startup******OA3 Modelos de negócio triplamente sustentáveis, nas suas vertentes social, ambiental e financeira******OA4. Diferentes metodologias de inovação aplicada, bem como técnicas de benchmarking do mercado e da concorrência e.g. matriz Ansoff******OA5 Desenho do modelo negócio com base na metodologia da tela de produto (BMC)******OA6 Perceber a importância de equipas multi-disciplinares e com diferentes valências******OA7 Técnicas de criação de MVPs – Produtos Mínimos Viáveis de inovações testáveis com potencial de serem triplamente sustentáveis******OA8 Pivotar com base nos resultados empíricos obtidos com o MVP******OA9 Comunicação com pares e partes interessadas no desenvolvimento do produto, através de apresentação, sumária da oportunidade de negócio (sumário executivo) e apresentação de elevator pitch*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Know and know how to apply:******LO1 Entrepreneurial process. Relevant technological trends and socio-economic dynamics in the macro context of entrepreneurship******LO2 Methodologies: Business Plan, Lean Startup******LO3 Triple sustainable business models, in their social, environmental and financial aspects******LO4 Different methodologies of applied innovation, as well as market and competition benchmarking techniques e.g. Ansoff matrix******LO5 Business model design based on the product canvas methodology (BMC)******LO6 Understand the importance of multi-disciplinary teams with different skills******LO7 Techniques for creating MVPs - Minimum Viable Products of testable innovations with the potential to be triple sustainable******LO8 Pivot based on empirical results obtained with the MVP******LO9 Communication with peers and stakeholders in the product development, through presentations, business opportunity summary (executive summary) and elevator pitch*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****C1 Apresentação do Docente. Objetivos da Unidade Curricular. Modelo de Avaliação. Introdução ao Empreendedorismo. Contexto Macro do Empreendedorismo******C2 Metodologias: do Plano de Negócios ao Lean Startup. Eventos Recomendados. O que é uma ideia de negócio? Como é que encontramos ideias de negócio?******C3 Inovação em Produtos Sustentáveis. Identificação das equipas de trabalho******C4 O dilema da inovação com casos de estudo: Framework de inovação, Funil de inovação, Inovação aberta******C5 Apresentação da metodologia da tela de produto (BMC)******C6 Exemplos de negócios e iniciativas de empreendedorismo triplamente sustentáveis******C7 Aprendizagem experimental: teste de uma ideia empreendedora com potencial para ser triplamente sustentável (criar valor económico e/ou social e ambiental) através de MVPs – Produtos Mínimos Viáveis******C8 Avaliação dos resultados do teste empreendedor******C9 Apresentação duma ideia de negócio. Comunicação em público (a arte do pitching). Stakeholders relevantes. Estrutura da apresentação*****4.4.5. Syllabus:*****S1 Presentation by the teacher, Objectives of the Curricular Unit, Evaluation model. Introduction to Entrepreneurship. Macro Context of Entrepreneurship***

S2 Methodologies: from Business Plan to Lean Startup. Recommended Events. What is a business idea? How do we find business ideas?

S3 Innovation in Sustainable Products. Identification of work teams.

S4 The innovation dilemma with case studies: Innovation framework, Innovation funnel, Open innovation

S5 Presentation of the product canvas methodology (BMC)

S6 Examples of triple-sustainable businesses and entrepreneurship initiatives

S7 Experiential learning: testing of an entrepreneurial idea with potential to be triple sustainable (create economic and/or social and environmental value) through MVPs - Minimum Viable Products

S8 Evaluation of entrepreneurial test results

S9 Presentation of a business idea. Communication in public (the art of pitching). Relevant Stakeholders. Structure of the presentation

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

O alinhamento dos conteúdos programáticos (CP) com os objetivos de aprendizagem (OA) é o seguinte:

OA1 - {C1}

OA2 - {C2}

OA3 - {C3}

OA4 - {C4}

OA5 - {C5}

OA6 - {C6}

OA7 - {C7}

OA8 - {C8}

OA9 - {C9}

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

The alignment of the syllabus items (Sx) with the learning outcomes (LO) follows:

LO1 - {S1}

LO2 - {S2}

LO3 - {S3}

LO4 - {S4}

LO5 - {S5}

LO6 - {S6}

LO7 - {S7}

LO8 - {S8}

LO9 - {S9}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Para um total de 150 horas:

Aulas expositivas teórico-práticas. Teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais(12h).

Aulas participativas. Análise e discussão de casos de estudo. Apresentações convidadas(6h).

Aulas ativas com a realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo, utilizando ferramentas do estado-da-arte(18h).

Aula de apoio tutorial(1h).

Trabalho autónomo por parte do aluno: autoestudo, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo(113h).

UC em Avaliação Contínua, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória do aluno em 90% das atividades.

Pesos da avaliação:

• 5% Assiduidade e participação nas aulas.

• 70% Trabalho de projeto laboratorial em grupo + apresentação final e discussão individual.

• 25% 2 mini-testes com resposta múltipla.

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1º ou 2ª épocas (30% da nota), sendo obrigatória a aprovação no projeto em grupo ou a aprovação num projeto individual (70%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

For a total of 150 hours:

Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, educational short videos (12h).

Participative lectures in the analysis and discussion of case studies and presentations from guest speakers (12h).

Active lectures for developing the deliverables of the group project/laboratory work, using state-of-the-art tools (12h).

Autonomous student work: self-study, review of the given theoretical material and group project work (113h).

Course w/ continuous assessment. No Final Exam. Presence required in 90% of all the activities. Assessment weights:

• 5% Attendance and participation in the classes.

• 70% Lab project carried out in a group + the final presentation and individual discussion.

• 25% 2 Mini-tests with multiple choice.

A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (30% of the mark), where the completion and approval of the group project or an individual project (70%) is mandatory.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):**
Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+OA8
Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA2 + OA4 + OA6 + OA7.
Aulas ativas com a realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+ OA8 + OA9.
Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+ OA8 + OA9.

- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes: The relations between the teaching methodologies and the learning outcomes (LG) are as follows:**
Traditional lectures for presenting theoretical frameworks: L01 + L02 + L03 + L04 + L05+ L06 + L07 + L08.
Participative lectures in the analysis and discussion of case studies: L02 + L04 + L06 + L07.
Active lectures for developing the 4 deliverables of the group project: L02 + L03 + L04 + L05 + L06 + L07 + L08 + L09.
Self-study and autonomous work is expected from each student, to consult the bibliography, review the theoretical material and perform group work deliverables: L02 + L03 + L04 + L05 + L06 + L07 + L08 + L09.

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
Ries, E. (2017), "The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses", capítulos 3 e 4, Penguin Group
Alex Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010), "Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers", primeiras 72 páginas, Wiley, <https://canvanizer.com/book/business-model-generation>
Blank, S., "Four Steps to Epiphany" (2013), primeiros 3 capítulos, K & S Ranch
Ames, M., & Runco, M. A. (2005). "Predicting entrepreneurship from ideation and divergent thinking", Creativity and Innovation Management, 14(3), 311-315. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1467-8691.2004.00349.x>

Mapa IV - Laboratórios de Prototipagem Digital

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**
Laboratórios de Prototipagem Digital

- 4.4.1.1. Title of curricular unit:**
Digital Prototyping Laboratories

- 4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**
480

- 4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):**
Semestral / Semester

- 4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):**
150

- 4.4.1.5. Horas de contacto:**
37 (TP=15; PL=21; OT=1)

- 4.4.1.6. Créditos ECTS:**
6

- 4.4.1.7. Observações:**

- 4.4.1.7. Observations:**

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*Conhecer e saber aplicar ou desenvolver:**OA1 Procedimentos, princípios e práticas de segurança de laboratórios de prototipagem digital (fablabs)**OA2 Tecnologias de fablab visando a produção de protótipos e das peças necessárias ao seu desenvolvimento: design auxiliado por computador, corte controlado por computador, fabricação de PCBs, placas com componentes soldados e sua montagem com base em esquemas de montagem, digitalização 3D e impressão 3D**OA3 Projeto eletrónico e a sua programação embarcada**OA4 Comunicação em redes**OA5 Programação de aplicações de protótipos digitais**OA6 Dispositivos de entrada e saída disponíveis no laboratório**OA7 Desenho da interface de utilizador**OA8 Estratégias de invenção, propriedade intelectual e monetização de criações***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Know how to apply:**LO1 Digital prototyping laboratories (fablabs) procedures, principles and safety practices**LO2 Fablab technologies for the production of prototypes and the parts needed for their development: computer-aided design, computer-controlled cutting, PCB manufacturing, boards with soldered components and their assembly based on assembly schemes, 3D scanning and 3D printing**LO3 Electronic design and its embedded programming**LO4 Network communication**LO5 Programming digital prototype applications**LO6 Input and output devices available in the lab**LO7 User interface design**LO8 Invention strategies, intellectual property and creations monetization***4.4.5. Conteúdos programáticos:***C1: Introdução aos laboratórios de prototipagem digital: tecnologias, procedimentos, princípios, e práticas de segurança**C2: Introdução ao design auxiliado por computador e corte controlado por computador**C3: Técnicas de produção de eletrónica: fabricação de PCBs, materiais de PCB, placa, componentes, montagem**C4: Técnicas de digitalização 3D e impressão 3D**C5: Introdução ao projeto eletrónico e programação embebida (Arduino, Raspberry PI)**C6: Processos de comunicações em redes**C7: Visão geral das aplicações de protótipos digitais e sua programação**C8: Dispositivos de entrada e saída e interface de utilizador**C9: Estratégias de invenção, propriedade intelectual e monetização de criações***4.4.5. Syllabus:***C1: Introduction to digital prototyping laboratories: technologies, procedures, principles, and safety practices**C2: Introduction to computer aided design and computer controlled cutting**C3: Electronics production techniques: PCB fabrication, PCB materials, board, components, assembly**C4: 3D scanning techniques and 3D printing**C5: Introduction to electronic design and embedded programming (Arduino, Raspberry PI)**C6: Communications processes in networks**C7: Overview of digital prototyping applications and their programming**C8: Input and output devices and user interface**C9: Invention strategies, intellectual property and monetization of creations***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***O alinhamento dos conteúdos programáticos (CP) com os objetivos de aprendizagem (OA) é o seguinte:**OA1 - {C1}**OA2 - {C2, C3, C4}**OA3 - {C5}**OA4 - {C6}**OA5 - {C7}**OA6 - {C8}*

OA7 - {C8}
OA8 - {C9}

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

The alignment of the syllabus (LO) with the learning objectives (S) is as follows:

LO1 - {S1}
LO2 - {S2, S3, S4}
LO3 - {S5}
LO4 - {S6}
LO5 - {S7}
LO6 - {S8}
LO7 - {S8}
LO8 - {S9}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Total de 150 horas:

- *Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (9 h)*
- *Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo, apresentações convidadas (3 h)*
- *Aulas ativas: realização de exercícios, dos entregáveis do projeto de grupo e apresentação do projeto (24h)*
- *Aula de apoio tutorial(1h)*
- *Trabalho autónomo por parte do aluno: auto-estudo com apoio Coursera, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h)*

UC em Avaliação Contínua, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória do aluno em 90% de todas as atividades da UC. Pesos da avaliação:

- *5% - Assiduidade e participação nas aulas.*
- *70% - Trabalho de projeto laboratorial em grupo, com entregáveis mais a apresentação final.*
- *25% - 2 mini-testes com resposta múltipla.*

Em caso de reprovação na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1º ou 2ª épocas, valendo 30% da nota. É obrigatória a realização e aprovação no Projeto em grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

For a total of 150 hours:

- *Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, educational short videos (9 h).*
- *Participative lectures in the analysis and discussion of case studies and presentations from guest speakers (3 h).*
- *Tutorial support (1h)*
- *Active lectures for project/laboratory work, using state-of-the-art tools (24 h).*
- *Autonomous student work: self-study, review of the given theoretical material and group project work (113h)*

Course with continuous assessment and no Final Exam. Presence required in 90% of all the activities of the course.

Assessment weights:

- *5% - Attendance and participation in the classes.*
- *70% - Lab project carried out in a group, splited in deliverables plus the final presentation.*
- *25% - 2 Mini-tests with multiple choice.*

A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (30% of the mark). The completion and approval of the group project is mandatory.

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

É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):

Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+OA8

Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA2 + OA7 + OA8

Aulas ativas com a realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+OA8

Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+OA8

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

The correspondence between the teaching-learning methodologies and the learning objectives is as follows:

Expository lessons for oral presentation of the theoretical teaching units: LO1 + LO2 + LO3 + LO4 + LO5 + LO6 + LO7 + LO8

Participative lessons with analysis and discussion of case studies: LO2 + LO7 + LO8.

Active classes with the realization of practical exercises and deliverables related to the group project: LO3 + LO4 + LO5 + LO6 + LO7 + LO8

Self-study and autonomous work, to consult the bibliography, review the given subject and carry out the deliverables of

the group work: LO1 + LO2 + LO3 + LO4 + LO5 + LO6 + LO7 + LO8

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Horvath, J., Cameron, R. (2020), *Mastering 3D Printing: A Guide to Modeling, Printing, and Prototyping*, 2nd Edition, Apress, 2020, ISBN 9781484258422
Harrington, J., Gertz, A. (2016), *3D CAD with Autodesk 123D: Designing for 3D Printing, Laser Cutting, and Personal Fabrication*, Make Community, LLC; 1st edition (February 9, 2016), ISBN-13 978-1449343019
Ford, E. (2016), *Getting Started with CNC: Personal Digital Fabrication with Shapeoko and Other Computer-Controlled Routers (Make)*, Make Community, 1st edition, ISBN-13 978-1457183362 :
Vance, V. (2019), *The Patent Game: Basics & Strategies for Innovators, Entrepreneurs, and Business Leaders*, Legal Technology Press, ISBN-13 978-0999114421
Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., Elmqvist, N., Nicholas Diakopoulos, N. (2017). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction* (6th edition), Pearson, ISBN-13: 978-0134380384

Mapa IV - Sistema de Inovação e Políticas Públicas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistema de Inovação e Políticas Públicas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Innovation Systems and Public Policies

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

310

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1 Compreender como se produzem e estruturam as dinâmicas de inovação. As tendências tecnológicas e as dinâmicas socio-económicas no contexto da inovação
OA2 Compreender como as dinâmicas de inovação contribuem para a competitividade
OA3 Conhecer os modos de organização e funcionamento dos sistemas nacionais, regionais e setoriais de inovação: os atores e os modelos de interação e cooperação que se estabelecem entre eles
OE4. Analisar e discutir o planeamento do processo de inovação em contextos sistémicos. A dependência de recursos, o papel das lideranças e do marketing nos processos de inovação
OA5. Identificar as estratégias e instrumentos de apoio à inovação mediados pelas políticas públicas

OA6. Exemplificar e pensar a conceção de instrumentos de política públicas de apoio à inovação em contextos regionais e setoriais

OA7. Conhecer os principais instrumentos de financiamento de estratégias de inovação

OA8. Planear a mobilização de incentivos financeiros

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

OA1 Understand how innovation dynamics are produced and structured. Technological trends and socio-economic dynamics in the context of innovation

OA2 Understand how innovation dynamics contribute to competitiveness. The interaction between innovation and markets

OA3 To know the organizing and functioning of national, regional and sectoral innovation systems. Identify the actors of innovation systems, the models of interaction and contributions that are established between them

OE4. Analyze and discuss the planning of the innovation process in systemic contexts. Resource dependency, the role of leadership and marketing in innovation processes

OA5. Identify strategies and instruments to support innovation that are mediated by public policies

OA6. Exemplify and think about the design of public policy instruments to support innovation in regional and sectoral contexts

OA7. Know the main financing instruments of innovation strategies

OA8. Plan the mobilisation of financial incentives

4.4.5. Conteúdos programáticos:

C1. A interação entre tecnologia e inovação. As tecnologias disruptivas, os mercados e as organizações

C2. Introdução ao conceito de inovação e aos conceitos de sistemas nacionais, regionais e setoriais de inovação. Inovação, competitividade e crescimento. Os desafios sociais da inovação.

C3. A inovação como processo complexo de interação e mobilização de competências. O mapa de atores da inovação

C4. Os mecanismos de difusão de inovação

C5. O papel das políticas públicas de inovação

C6. Políticas públicas de apoio à inovação: objetivos e programas

C7. Os instrumentos e tipologia de incentivos das políticas públicas de apoio à inovação

C8. Exemplos de financiamento de políticas e projetos de inovação em diferentes contextos de aplicação

C9. Estratégia de captação de financiamento para projetos de inovação

4.4.5. Syllabus:

C1. The interaction between technology and innovation. Disruptive technologies, markets and organisations

C2. Introduction to the concept of innovation and to the concepts of national, regional and sectoral innovation systems. Innovation, competitiveness and growth. The societal challenges of innovation.

C3. Innovation as a complex process of interaction and mobilization of competencies. The actors map of innovation

C4. The dissemination mechanisms for innovation

C5. The role of public innovation policies

C6. Public policies to support innovation: objectives and programmes

C7. The instruments of public policy and incentives typology to support innovation

C8. Examples of financing of innovation policies and projects in different implementation contexts

C9. Funding strategy for innovation projects

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

O alinhamento dos conteúdos programáticos (CP) com os objetivos de aprendizagem (OA) é o seguinte:

OA1 - C1. C2.

OA2 - C1. C3.

OA3 - C3. C4.

OE4 - C2. C3. C4.

OA5 - C5.

OA6 - C5. C6.

OA7 - C7. C8.

OA8 - C7. C8. C9

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

The alignment of the syllabus items (CP) with the learning outcomes (OA) follows:

- OA1 - C1. C2.
- OA2 - C1. C3.
- OA3 - C3. C4.
- OE4 - C2. C3. C4.
- OA5 - C5.
- OA6 - C5. C6.
- OA7 - C7. C8.
- OA8 - C7. C8. C9.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEA):

MEA.1: Expositivas, para apresentação do enquadramento teórico

MEA.2: Ilustrativas, para exemplificação dos conceitos teóricos em contextos de aplicação prática

MEA.3: Argumentativas, com apresentação e discussão dos projetos desenvolvidos

Avaliação Periódica:

- Teste 1 (30%)
- Mini-Projetos em Grupo (50%)
- Apresentação e Discussão dos Projetos em Grupo (20%)

Não é possível obter aprovação apenas através da realização de exame (100% da nota).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following teaching-learning methodologies will be used:

MEA.1: Expository, for presentation of the theoretical framework

MEA.2: Illustrative, for exemplification of the theoretical concepts in contexts of practical application

MEA.3: Argumentative, with presentation and discussion of the developed projects

Periodic Assessment:

- Test 1 (30%)
- Mini-Group Projects (40%)
- Presentation and Discussion of the Projects in Group (20%)

It is not possible to obtain approval only through the exam (100% of the grade).

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

Principais interligações entre as metodologias de ensino-aprendizagem (MEA) e os respetivos objetivos (OA):

- OA1. MEA.1, MEA 2
- OA2. MEA.1, MEA 2
- OA3. MEA.1, MEA 2
- OA4. MEA1, MEA 2
- OA5. MEA1, MEA 2, MEA3
- OA6. MEA1, MEA 2, MEA3
- OA7. MEA1, MEA2, MEA3

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

Main interconnections between the teaching-learning methodologies (MEA) and the respective objectives (OA):

- OA1. MEA.1, MEA 2
- OA2. MEA.1, MEA 2
- OA3. MEA.1, MEA 2
- OA4. MEA1, MEA 2
- OA5. MEA1, MEA 2, MEA3
- OA6. MEA1, MEA 2, MEA3
- OA7. MEA1, MEA2, MEA3

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Boschma, R.; (2005). Proximity and innovation: a critical assessment, Regional studies, 39(1), 61-74.

Chesbrough, H., & Bogers, M; Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation. In Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W. & West, J. (eds). New Frontiers in Open Innovation, Oxford: Oxford University Press, 2014

Chistensen, M. Clayton (1997). O Dilema da Inovação. Actual Editora. Coimbra.

FREEMAN, Christoph. (1987). Technology policy and economic performance. Londres: Pinter Publishers London and New York.

Jan Fagerberg. (2005) The Oxford handbook of innovation. Oxford University Press.xx

Kaufmann, A. and Wagner, P. (2005) 'EU regional policy and the stimulation of innovation', *European Planning Studies*, 13(4): 581-599

Schot, J., & Geels, F.; (2008) *Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy*, *Technology Analysis & Strategic Management*.

Mapa IV - Difusão de Informação e Processos de Contágio

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Difusão de Informação e Processos de Contágio

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Information Spreading and Contagion Processes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=15; PL=21; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

OA1. Entender os mecanismos de pesquisa em passeios aleatórios.

OA2. Conhecer as características dos modelos epidemiológicos e o respetivo processo evolutivo em rede.

OA3. Compreender a importância das redes heterogéneas e o significado dos termos surto e imunização neste contexto.

OA4. Iniciar-se no conceito de complexidade epidemiológica.

OA5. Entender o uso das redes nos fenómenos de difusão de informação e formação de opinião.

OA6. Aprender técnicas de análise de redes sociais.

OA7. Iniciar-se na modelação de processos metabólicos usando redes.

OA8. Saber utilizar software em modelação de redes e simulação numérica.

OA9. Aplicar técnicas e algoritmos de redes a problemas com contexto real.

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

LG1. Understanding search mechanisms in random walks.

LG2. Know the characteristics of epidemiological models and the correspondent evolutionary process in a network.

LG3. Understand the importance of heterogeneous networks and the meaning of the terms outbreak and immunisation in this context.

LG4. Be initiated in the concept of epidemiological complexity.

LG5. Understand the use of networks in the phenomena of spreading information and opinion formation.

LG6. Apprehend techniques of social networks analysis.

LG7. Be initiated in the modelling of metabolic processes using networks.

LG8. Know how to use software in network modelling and numerical simulation.

LG9. Apply network techniques and algorithms to problems with real context.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CP1 Passeios aleatórios e pesquisa em redes

CP2 Modelos epidemiológicos

CP3 Epidemias e heterogeneidade da rede

CP4 Surtos epidemiológicos e o grande limite temporal

CP5 Imunização epidemiológica de redes heterogêneas

CP6 Complexidade epidemiológica e previsão

CP7 Temas atuais na modelação e análise de redes epidemiológicas

CP8 Análise das redes sociais

CP9 Influência social

CP10 Rumores e divulgação de informação

CP11 Formação de opinião e modelo de votante

CP12 Tópicos atuais em análise de redes sociais

CP13 Modelação da regulação genética e metabolismo

CP14 O cérebro como uma rede

4.4.5. Syllabus:

CP1 Random walks and network research

CP2 Epidemiological models

CP3 Epidemics and network heterogeneity

CP4 Epidemiological outbreaks and the large temporal threshold

CP5 Epidemiological immunization of heterogeneous networks

CP6 Epidemiological complexity and forecasting

CP7 Current issues in modeling and analysis of epidemiological networks

CP8 Social network analysis

CP9 Social influence

CP10 Rumors and information spreading

CP11 Opinion formation and voter model

CP12 Current topics in Social network analysis

CP13 Modeling gene regulation and metabolism

CP14 The brain as a network

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

OA1 - CP1

OA2 - CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7

OA3 - CP3, CP4, CP5

OA4 - CP6

OA5 - CP10, CP11

OA6 - CP8, CP9, CP10, CP11, CP12

OA7 - CP13, CP14

OA8 - de CP1 a CP14

OA9 - CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP8, CP9, CP10, CP11, CP13

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1 - PC1

LG2 - PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7

LG3 - PC3, PC4, PC5

LG4 - PC6

LG5 - PC10, PC11

LG6 - PC8, PC9, PC10, PC11, PC12

LG7 - PC13, PC14

LG8 - from PC1 to PC14

LG9 - PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC8, PC9, PC10, PC11, PC13

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência
MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias
MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo
MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais
MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Avaliação:

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- **Avaliação periódica: 2 trabalhos práticos em Python (2x35%) + Discussão individual dos trabalhos práticos em Python (2x10%) + 4 minitestes (4x2,5%) ou**
- **Avaliação por Exame (55%), em qualquer uma das épocas de exame, onde um dos trabalhos práticos em Python (acima referidos) mantêm o peso de 45% (com a discussão). Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).**

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

- LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames**
- LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods**
- LM3. Active, with the realization of group work**
- LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems**
- LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.**

Assessment:

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- **Periodic assessment: 2 practical works in Python (2x35%) + Individual discussion of the practical works in Python (3x10%) + 4 online mini-tests (4x2,5%) or**
 - **Assessment by Exam (55%), in any of the exam periods, where one of the practical Python practical work (mentioned above) maintains the weight of 45% (with discussion).**
- All the elements of evaluation have a minimum score of 8 points.**

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

- MEA1 - de OA1 a OA9**
- MEA2 - de OA1 a OA9**
- MEA3 - de OA1 a OA9**
- MEA4 - de OA1 a OA9**
- MEA5 - de OA1 a OA9**

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

Para fazer face ao número de horas de contacto, as MEAs adotadas incluem ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à lecionação e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

- LM1 - from LG1 to LG9**
- LM2 - from LG1 to LG9**
- LM3 - from LG1 to LG9**
- LM4 - from LG1 to LG9**
- LM5 - from LG1 to LG9**

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

To cope with the number of contact hours, the LMs adopted include innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Kiss I.Z., Miller J.C., Simon, P.L. (2016). *Mathematics of network epidemics: from exact to approximate models*. Springer.

Barabási A.-L. (2016). *Network Science*. Cambridge University Press.

Menczer F., Fortunato S., Davis, C.A. (2020). *A first course in network science*. Cambridge University Press. ISBN 978-1108471138.

Sayama H. (2015). *Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems*. Open SUNY Textbooks. Milne Library.

Mapa IV - Otimização de Problemas em Rede

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Otimização de Problemas em Rede

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Network Optimization

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=18; PL=18; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

- OA1. Compreender os principais conceitos da teoria de grafos e redes usados em problemas de otimização.
- OA2. Saber estrutura em rede alguns problema de otimização.
- OA3. Determinar quais os algoritmos adequados perante um problema de otimização.
- OA4. Conhecer os conceitos básicos em problemas de otimização com múltiplos critérios e a aplicar o processo de análise em rede.
- OA5. Distinguir diferentes relações de ordem, escalas e tipo de comparação.
- OA6. Entender a complexidade de muitos problemas de otimização e a vantagem de estruturação em rede.
- OA7. Conhecer as potencialidades e os limites dos algoritmos estudados.
- OA8. Distinguir entre os diferentes tipos de problemas de rede em otimização.
- OA9. Interpretar, descrever e resumir os resultados obtidos com a modelação em rede de problemas de otimização.

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

- LG1. Understand the main concepts of graphs and networks theory used in optimization problems.
- LG2. Structure some network optimization problems.
- LG3. Determine which are the adequate algorithms to an optimisation problem.
- LG4. Know the basic concepts of multicriteria optimization problems and apply the network analysis process.
- LG5. Distinguish different order relations, scales and type of comparison.
- LG6. Understand the complexity of many optimization problems and the advantage of network structuring.
- LG7. Know the advantages and limits of the algorithms studied.
- LG8. Distinguish between different types of network problems in optimization.
- LG9. Interpret, describe and summarise the results obtained from the network modelling of optimization problems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1. Tópicos em teoria de grafos; distâncias e diâmetro de um grafo; circuito de Euler e de Hamilton; árvore de suporte; matrizes de adjacência e de incidência; lema de Farkas para grafos
- CP2. Estruturação de problemas de otimização em rede; condições de otimalidade
- CP3. Problema da árvore de suporte; algoritmo de Kruskal e de Prim
- CP4. Caminho mais curto; algoritmos de Dijkstra, de Dial e de Floyd-Warshall
- CP5. Fluxo máximo; algoritmos de Ford-Fulkerson e do caminho de aumento mais curto; fluxos em redes de capacidade única e bipartidas
- CP6. Problema do fluxo de custo mínimo; algoritmos do ciclo negativo de Klein e dos sucessivos caminhos mais curtos; método simplex para redes de Dantzig
- CP7. Algoritmos primal (Stepping-Stone) e dual em transporte
- CP8. Algoritmo húngaro de Kuhn em afetação
- CP9. Análise de sensibilidade
- CP10. Ordem parcial e total. Escalas ordinal e cardinal. Comparação relativa e absoluta
- CP11. Processos de análise hierárquica (AHP) e em rede (ANP)

4.4.5. Syllabus:

- CP1. Topics in graph theory; distances and diameters of a graph; Euler and Hamilton circuit; support tree; adjacency and incidence matrices; Farkas lemma for graphs
- CP2. Structuring network optimization problems; optimality conditions
- CP3. Support tree problem; algorithms of Kruskal and Prim
- CP4. Shortest path: algorithms of Dijkstra, Dial, and Floyd-Warshall
- CP5. Maximum flow; Ford-Fulkerson and shortest augmenting path algorithms; flows in unit capacity and bipartite networks
- CP6. Minimum cost flow problem; Klein's negative cycle and successive shortest paths algorithms; Dantzig's simplex method for networks
- CP7. Primal (Stepping-Stone) and dual algorithms in transportation
- CP8. Kuhn's Hungarian algorithm in assignment
- CP9. Sensitivity Analysis
- CP10. Partial and total order. Ordinal and cardinal scales. Relative and absolute comparison
- CP11. Hierarchy Analysis Process (AHP) and Network Analysis Process (ANP).

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

- OA1 - CP1
- OA2 - CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8
- OA3 - CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9, CP10, CP11
- OA4 - CP11
- OA5 - CP10
- OA6 - de CP1 a CP11
- OA7 - CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8
- OA8 - de CP1 a CP11

OA9 - de CP1 a CP11**4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1 - PC1

LG2 - PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7, PC8

LG3 - PC3, PC4, PC5, PC6, PC7, PC8, PC9, PC10, PC11

LG4 - PC11

LG5 - PC10

LG6 - de PC1 a PC11

LG7 - PC3, PC4, PC5, PC6, PC7, PC8

LG8 - de PC1 a PC11

LG9 - de PC1 a PC11

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- **Avaliação periódica: 2 trabalhos práticos em Python (2x35%) + Discussão individual dos trabalhos práticos em Python (2x10%) + 4 minitests (4x2,5%) ou**

- **Avaliação por Exame (55%), em qualquer uma das épocas de exame, onde um dos trabalhos práticos em Python (acima referidos) mantêm o peso de 45% (com a discussão). Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).**

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- **Periodic assessment: 2 practical works in Python (2x35%) + Individual discussion of the practical works in Python (3x10%) + 4 online mini-tests (4x2,5%) or**

- **Assessment by Exam (55%), in any of the exam periods, where one of the practical Python practical work (mentioned above) maintains the weight of 45% (with discussion).**

All the elements of evaluation have a minimum score of 8 points.

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1 - de OA1 a OA9

MEA2 - de OA1 a OA9

MEA3 - de OA1 a OA9

MEA4 - de OA1 a OA9

MEA5 - de OA1 a OA9

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

Para fazer face ao número de horas de contacto, as MEAs adotadas incluem ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à leção e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1 - from LG1 to LG9
LM2 - from LG1 to LG9
LM3 - from LG1 to LG9
LM4 - from LG1 to LG9
LM5 - from LG1 to LG9

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

To cope with the number of contact hours, the LMs adopted include innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Williamson D.P. (2019). *Network Flow Algorithms*. Cambridge University Press. ISBN: 978-1107185890.

Bertsekas D. (1998). *Network Optimization: Continuous and Discrete Models*. MIT, Athena Scientific Publisher. ISBN: 1-886529-02-7.

Bertsekas D.P. (1991). *Linear Network Optimization: Algorithms and Codes*. MIT Press. ISBN: 978-0262514439.

Friesz T.L., Bernstein D. (2016). *Foundations of Network Optimization and Games*. Springer. ISBN: 978-1489975935.

Mapa IV - Modelação e Simulação em Dinâmica de Redes

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação e Simulação em Dinâmica de Redes

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Modelling and Simulation in Network Dynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

37 (TP=36; OT=1)

4.4.1.5. Horas de contacto:

150

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

- OA1. *Entender o conceito de complexidade e de aleatoriedade na ciência de redes.*
- OA2. *Conhecer as características dos grafos aleatórios exponenciais.*
- OA3. *Conhecer e compreender processos evolutivos em redes e o papel do equilíbrio no comportamento dinâmico.*
- OA4. *Efectuar modelação de redes, em particular com base em agentes, bem como simulações numéricas.*
- OA5. *Compreender a modelação de redes a diferentes escalas.*
- OA6. *Entender os conceitos de resiliência e robustez das redes.*
- OA7. *Iniciar-se na dinâmica de redes temporais.*
- OA8. *Saber utilizar software em modelação de redes e simulação numérica.*
- OA9. *Aplicar técnicas e algoritmos de redes a problemas com contexto real.*

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

- LG1. *Understand the concept of complexity and randomness in network science.*
- LG2. *Know the characteristics of the exponential random graphs family.*
- LG3. *Know and understand evolutionary processes in networks and the role of equilibrium in the dynamical behaviour.*
- LG4. *Perform network modelling, in particular agent-based modelling, as well as numerical simulations.*
- LG5. *Understand network modelling at different scales.*
- LG6. *Understand the concepts of network resilience and robustness.*
- LG7. *To get acquainted with the dynamics of temporal networks.*
- LG8. *Know how to use software in network modelling and numerical simulation.*
- LG9. *Apply network techniques and algorithms to problems with real context.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1 *Redes e complexidade*
- CP2 *Modelos de rede: aleatoriedade e conjuntos*
- CP3 *A família de grafos aleatórios exponenciais (ERGMs)*
- CP4 *Redes em evolução e a abordagem não-equilíbrio*
- CP5 *Modelação de conjuntos de rede com estatísticas de ordem superior e outros atributos*
- CP6 *Estruturas de modelação e validação*
- CP7 *Dinâmica de rede de micro a macro*
- CP8 *Sistemas de equilíbrio e não-equilíbrio*
- CP9 *A equação mestra*
- CP10 *Modelação baseada em agentes e simulações numéricas*
- CP11 *Introdução às redes temporais*
- CP12 *Resiliência e robustez das redes: danos, percolação e resiliência.*

4.4.5. Syllabus:

- PC1 *Networks and complexity*
- PC2 *Network models: randomness and ensembles*
- PC3 *The exponential random graph family (ERGMs)*
- PC4 *Evolution of networks and the non-equilibrium approach*
- PC5 *Modelling network ensembles with higher-order statistics and other attributes*
- PC6 *Modelling frameworks and validation*
- PC7 *Network dynamics from micro to macro*
- PC8 *Equilibrium and non-equilibrium systems*
- PC9 *The master equation*
- PC10 *Agent based modelling and numerical simulations*
- PC11 *Introduction to temporal networks*
- PC12 *Resilience and robustness of networks: damage, percolation and resilience.*

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

- OA1 - CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP8, CP11, CP12
- OA2 - CP3
- OA3 - CP4, CP8, CP9, CP10, CP12
- OA4 - CP2, CP5, CP6, CP10, CP11
- OA5 - CP7
- OA6 - CP4, CP8, CP10, CP12
- OA7 - CP11, CP12
- OA8 - de CP1 a CP12

OA9 - CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP10, CP11, CP12

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1 - PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC8, PC11, PC12

LG2 - PC3

LG3 - PC4, PC8, PC9, PC10, PC12

LG4 - PC2, PC5, PC6, PC10, PC11

LG5 - PC7

LG6 - PC4, PC8, PC10, PC12

LG7 - PC11, PC12

LG8 - from PC1 to PC12

LG9 - PC4, PC5, PC6, PC7, PC8, PC10, PC11, PC12

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- *Avaliação periódica: 2 trabalhos práticos em Python (2x35%) + Discussão individual dos trabalhos práticos em Python (2x10%) + 4 minitestes (4x2,5%) ou*

- *Avaliação por Exame (55%), em qualquer uma das épocas de exame, onde um dos trabalhos práticos em Python (acima referidos) mantém o peso de 45% (com a discussão). Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- *Periodic assessment: 2 practical works in Python (2x35%) + Individual discussion of the practical works in Python (3x10%) + 4 online mini-tests (4x2,5%) or*

- *Assessment by Exam (55%), in any of the exam periods, where one of the practical Python practical work (mentioned above) maintains the weight of 45% (with discussion).*

All the elements of evaluation have a minimum score of 8 points.

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1 - de OA1 a OA9

MEA2 - de OA1 a OA9

MEA3 - de OA1 a OA9

MEA4 - de OA1 a OA9

MEA5 - de OA1 a OA9

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

Para fazer face ao número de horas de contacto, as MEAs adotadas incluem ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à leção e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1 - from LG1 to LG9

LM2 - from LG1 to LG9

LM3 - from LG1 to LG9

LM4 - from LG1 to LG9

LM5 - from LG1 to LG9

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

To cope with the number of contact hours, the LMs adopted include innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Barrat, A., Barthelemy, M., and Vespignani, A. (2008). Dynamical processes on complex networks. Cambridge university press.

Menczer F., Fortunato S., Davis, C.A. (2020). A first course in network science. Cambridge University Press. ISBN 978-1108471138.

Barabási A.-L. (2016). Network Science. Cambridge University Press.

Sayama H. (2015). Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. Open SUNY Textbooks. Milne Library.

Mapa IV - Teoria da Informação**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Teoria da Informação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Information Theory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

460

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=24; PL=12; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

- OA1. Apreender os conceitos básicos da teoria da informação, bem como a ligação entre eles.
- OA2. Entender como a quantidade de informação pode ser medida e aplicar as medidas e os estimadores.
- OA3. Aprofundar o raciocínio sobre distribuições e variáveis aleatórias, e aplicar corretamente testes de hipóteses.
- OA4. Entender alguns métodos de compressão de dados, com e sem perdas, e iniciar-se na resolução de problemas na codificação de canal.
- OA5. Adquirir capacidades de análise e de síntese em problemas complexos de informação.
- OA6. Entender o uso da teoria das redes no contexto da teoria da informação.
- OA7. Obter conhecimentos em processamento de informação.
- OA8. Conhecer as potencialidades e os limites do armazenamento, transferência e modificação de informação.
- OA9. Interpretar, descrever e resumir os resultados obtidos com uma modelação em rede de informação.

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

- LG1. Apprehend the basic concepts of information theory, as well as the connection between them.
- LG2. Understand how the amount of information can be measured and apply measures and estimators.
- LG3. To deepen the reasoning about distributions and random variables, and - correctly apply hypothesis tests.
- LG4. Understand some methods of data compression, with and without losses, and start solving problems in channel coding.
- LG5. Acquire skills of analysis and synthesis in complex information problems.
- LG6. Understand the use of network theory in the context of information theory.
- LG7. Obtain knowledge in information processing.
- LG8. Know the potential and limits of information storage, transfer and modification.
- LG9. Interpret, describe and summarise the results obtained with an information network modelling.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1. Introdução à teoria da informação desde a probabilidade até à incerteza
- CP2. Medidas de informação (entropia, divergência, informação mútua, informação mútua condicionada)
- CP3. Compressão de dados sem perdas
- CP4. Teste de hipóteses binárias
- CP5. Codificação de canais
- CP6. Compressão de dados com perda
- CP7. Tópicos em teoria da informação multiutilizador
- CP8. Complexidade da rede e teoria da informação
- CP9. Estimadores teóricos de informação
- CP10. Armazenamento ativo de informação, transferência e modificação
- CP11. Temas atuais na teoria da informação: processamento de informação semântica e redes cerebrais.

4.4.5. Syllabus:

- PC1. Introduction to information theory from probability to uncertainty
- PC2. Information measures: entropy, divergence, mutual information, conditional mutual information
- PC3. Lossless data compression
- PC4. Binary hypothesis testing
- PC5. Channel coding
- PC6. Lossy data compression
- PC7. Topics in multiuser information theory
- PC8. Network complexity and information theory
- PC9. Information theoretic estimators
- PC10. Active storage of information, transfer and modification
- PC11. Current topics in information theory: semantic information processing and brain networks.

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

Os conteúdos programáticos (CPs) estão relacionados com cada um dos objetivos de aprendizagem (OAs) da seguinte forma:

- OA1 - CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP9
- OA2 - CP2, CP9
- OA3 - CP4, CP7, CP9
- OA4 - CP3, CP6
- OA5 - CP8
- OA6 - de CP1 a CP11
- OA7 - CP11
- OA8 - CP10

OA9: - de CP1 a CP11

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

The program contents (PCs) are related to each of the learning goals (LGs) as follows:

LG1 - PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC9

LG2 - PC2, PC9

LG3 - PC4, PC7, PC9

LG4 - PC3, PC6

LG5 - PC8

LG6 - de PC1 a PC11

LG7 - PC11

LG8 - PC10

LG9: - de PC1 a PC11

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs):

MEA1. Expositivas, para apresentação dos quadros teóricos de referência

MEA2. Participativas, com análise de algoritmos e metodologias

MEA3. Ativas, com realização de trabalho de grupo

MEA4. Experimentais, em laboratório de informática, realizando análises sobre casos/problemas reais

MEA5. Autoestudo, relacionado com o trabalho autónomo (TA) do aluno, tal como consta no Plano de Unidade Curricular (PUC) das aulas.

Aprovação com classificação não inferior a 10 valores (escala 1-20) numa das modalidades seguintes:

- Avaliação periódica: 2 trabalhos práticos em Python (2x35%) + Discussão individual dos trabalhos práticos em Python (2x10%) + 4 minitests (4x2,5%) ou

- Avaliação por Exame (55%), em qualquer uma das épocas de exame, onde um dos trabalhos práticos em Python (acima referidos) mantém o peso de 45% (com a discussão). Todos os elementos de avaliação têm nota mínima de 8 valores (escala 1-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following learning methodologies (LMs) will be used:

LM1. Expository, to the presentation of the theoretical reference frames

LM2. Participative, with analysis of algorithms and methods

LM3. Active, with the realization of group work

LM4. Experimental, in computer laboratories, performing analyzes on real cases/problems

LM5. Self-study, related with autonomous work (AW) by the student, as is contemplated in the Course Unit Plan (CUP) of the classes.

Approval with classification not less than 10 points (scale 1-20) in one of the following modalities:

- Periodic assessment: 2 practical works in Python (2x35%) + Individual discussion of the practical works in Python (3x10%) + 4 online mini-tests (4x2,5%) or

- Assessment by Exam (55%), in any of the exam periods, where one of the practical Python practical work (mentioned above) maintains the weight of 45% (with discussion).

All the elements of evaluation have a minimum score of 8 points.

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

As metodologias de ensino-aprendizagem (MEAs) visam atingir os objetivos de aprendizagem (OAs) conforme indicado de seguida:

MEA1 - de OA1 a OA9

MEA2 - de OA1 a OA9

MEA3 - de OA1 a OA9

MEA4 - de OA1 a OA9

MEA5 - de OA1 a OA9

Através do Plano de Unidade Curricular (PUC), elaborado em cada ano letivo, são estabelecidos os conteúdos programáticos para cada aula; no PUC são também pormenorizadas as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem escolhidas para atingir os OAs associados a esses CPs.

É usada a metodologia problem-based learning (PBL) como forma de desenvolver capacidades intelectuais que são fundamentais a uma sólida formação profissional em tomada de decisão e trabalho colaborativo.

Para fazer face ao número de horas de contacto, as MEAs adotadas incluem ferramentas e estratégias inovadoras de apoio à leção e ao trabalho autónomo do aluno. Também se enfatizou o apoio tutorial necessário.

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

The learning methodologies (LMs) aim to achieve the learning goals (LGs) as indicated below:

LM1 - from LG1 to LG9

LM2 - from LG1 to LG9

LM3 - from LG1 to LG9

LM4 - from LG1 to LG9

LM5 - from LG1 to LG9

Through the Course Unit Plan (CUP), elaborated in each academic year, the program contents for each class are established; in the CUP are also detailed the methodological teaching-learning strategies chosen to achieve the LGs associated to those PCs.

The problem-based learning (PBL) methodology is used as a way to develop intellectual skills that are fundamental to a solid professional training in decision making and collaborative work.

To cope with the number of contact hours, the LMs adopted include innovative tools and strategies to support the teaching and autonomous work of the student. The necessary tutorial support was also emphasized.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Cover T., Thomas J.(2006). Elements of Information Theory, 2nd Edition. Wiley-Interscience, ISBN: 978-0471241959.

MacKay D.J.C. (2003). Information theory, inference, and learning algorithms. Cambridge University Press. ISBN: 978-0521642989.

Mapa IV - Experiência de Utilizador e Design Interativo**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Experiência de Utilizador e Design Interativo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

User Experience and Interactive Design

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=12; PL=21; S=3; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

- OA1 Conhecer a teoria e as técnicas apropriadas nas áreas de IPM, Experiência do Utilizador (UX), RV e RA**
- OA2 Compreender o utilizador e o seu problema. Comparar e analisar criticamente as teorias, métodos e técnicas aplicáveis**
- OA3 Relatar os resultados num estilo académico apropriado**
- OA4 Compreender soluções de UX, utilizando tecnologias interativas em ambientes de Realidade Extendida (RV/RA)**
- OA5 Conceber novas soluções centradas no utilizador, utilizando tecnologias interativas em ambientes de RV/RA**
- OA6 Criar protótipos interativos com uma gama de fidelidades (wireframes, lo-fi, hi-fi), numa abordagem iterativa de design centrado no utilizador**
- OA7 Desconstruir e analisar logicamente os problemas**
- OA8 Realizar avaliação heurística com peritos e realizar estudos experimentais com utilizadores finais, em RV/RA**
- OA9 Ser criativo, com pensamento crítico e perspectivar soluções inovadoras**
- OA10 Desenvolver a auto-aprendizagem, revisão por pares, trabalho de equipa, expressão oral e escrita**

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

- LO1. Justify decisions on appropriate techniques and theoretical perspectives in the fields of HCI, User Experience, VR, AR**
- LO2. Understand the user and his/her problem, compare and critically analyse applicable theories, methods and techniques**
- LO3. Report findings in an appropriate academic style**
- LO4. Apply various methods to understand user experience solutions, using interactive technologies in eXtended Reality (VR/AR) environments**
- LO5. Use a range of techniques to design novel user-centred solutions for interactive technologies in VR/AR**
- LO6. Create interactive prototypes with a range of fidelities (wireframes, lo-fi, hi-fi), in an iterative user-centred design approach**
- LO7. Logically deconstruct and analyse problems**
- LO8. Perform heuristic evaluation with experts and design & conduct experimental studies with end users in VR/AR**
- LO9. Be creative, with critical thinking and envision novel solutions**
- LO10. Self-learning, peer reviewing, teamwork, oral and written expression**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1 Visão geral do design da experiência do utilizador (UX) e HCI em RV e RA**
- CP2 Compreender os Utilizadores com Design Thinking I: Entrevistas, Questionários**
- CP3 Compreender os Utilizadores com Design Think II: Analisar resultados e insights e criar Jobs To Be Done, Personas e Jornadas de Utilizador**
- CP4 Fundamentos de Design I: Interfaces e UX para VR e AR**
- CP5 Fundamentos do Design II: Princípios e Padrões de Design**
- CP6 Esboço I: Técnicas de Esboço e Pensamento Visual**
- CP7 Esboço II: Storyboarding e Wireframing**
- CP8 Prototipagem I: Prototipagem de papel**
- CP9 Prototipagem II: Prototipagem de alta fidelidade em RV e RA**
- CP10 Testes de Protótipos I: Avaliação da Usabilidade. Testes Heurísticos com peritos. Testes A/B. In the wild testing. Recolha de dados**
- CP11 Testes de Protótipos II: Análise Estatística de Dados de Testes. Implicações no Design**
- CP12 Elevator Pitch do protótipo da solução, para investidores e clientes**

4.4.5. Syllabus:

- S1: Overview of User Experience Design and HCI in VR & AR**
- S2: Understanding Users with Design Thinkink I: Interviews, Questionnaires**
- S3: Understanding Users with Design Thinkink II: Analysing findings & insights and create Jobs To Be Done, Personas and User Journeys**
- S4: Design Foundations I: Interfaces and User Experiences for VR & AR**
- S5: Design Foundations II: Design Principles and Patterns**
- S6: Sketching I: Sketching Techniques and Visual Thinking**
- S7: Sketching II: Storyboarding and Wireframing**
- S8: Prototyping I: Mock-ups and paper prototyping**
- S9: Prototyping II: High-fidelity prototyping in VR & AR**
- S10: Testing Prototype Designs I: Usability Evaluation, Heuristic testing with experts, A/B testing and In the wild testing. Data collection**
- S11: Testing Prototype Designs II: Statistical Analysis of User Testing Data and Design Implications**
- S12: Elevator Pitch of the Solution Prototype, to investors & costumers**

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

- Segue-se o alinhamento dos itens do conteúdo programático (CPx) com os objetivos da aprendizagem (OAx) :**
- OA1 - {CP1}**

- OA2 - {CP2}
- OA3 - {CP3}
- OA4 - {CP4}
- OA5 - {CP5, CP6}
- OA6 - {CP7, CP8, CP9}
- OA7 - { CP7, CP8, CP9}
- OA8 - { CP10, CP11}
- OA9 - {CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9, CP10, CP11}
- OA10 - {CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9, CP10, CP11}

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

The alignment of the syllabus items (Sx) with the learning outcomes (LO) follows:

- LO1 - {S1}
- LO2 - {S2}
- LO3 - {S3}
- LO4 - {S4}
- LO5 - {S5, S6}
- LO6 - {S7, S8, S9}
- LO7 - { S7, S8, S9}
- LO8 - { S10, S11}
- LO9 - {S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11}
- LO10 - { S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Total de 150 horas:

- *Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (12 h).*
- *Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo, apresentações convidadas (3 h).*
- *Aulas ativas: realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo, utilizando ferramentas do estado-da-arte(21h).*
- *Aula de apoio tutorial(1h).*
- *Trabalho autónomo por parte do aluno: autoestudo, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h).*

UC em Avaliação Contínua, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória do aluno em 90% das atividades.

Pesos da avaliação:

- *5% Assiduidade e participação nas aulas.*
- *70% Trabalho de projeto laboratorial em grupo + apresentação final e discussão individual.*
- *25% 2 mini-testes com resposta múltipla.*

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1ª ou 2ª épocas (30% da nota), sendo obrigatória a aprovação no projeto em grupo ou a aprovação num projeto individual (70%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

UC em Avaliação Contínua, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória do aluno em 90% das atividades.

Pesos da avaliação:

- *5% Assiduidade e participação nas aulas.*
- *70% Trabalho de projeto laboratorial em grupo + apresentação final e discussão individual.*
- *25% 2 mini-testes com resposta múltipla.*

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1ª ou 2ª épocas (30% da nota), sendo obrigatória a aprovação no projeto em grupo ou a aprovação num projeto individual (70%).

Course w/ continuous assessment. No Final Exam. Presence required in 90% of all the activities. Assessment weights:

- *5% Attendance and participation in the classes.*
- *70% Lab project carried out in a group + the final presentation and individual discussion.*
- *25% 2 Mini-tests with multiple choice.*

A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (30% of the mark), where the completion and approval of the group project or an individual project (70%) is mandatory.

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

É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):

- *Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+OA8*
- *Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA1 + OA2 + OA4.*
- *Aulas ativas com a realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA2 + OA3 + OA4+ OA5 + OA6 + OA7+ OA8 + OA9 + OA10*
- *Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+ OA8 + OA9 + OA10*

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

The relations between the teaching methodologies and the learning outcomes (LG) are as follows:

Traditional lectures for presenting theoretical frameworks: L01 + L02 + L03 + L04 + L05+ L06 + L07 + L08.

Participative lectures in the analysis and discussion of case studies: L01 + L02 + L04

Active laboratory lectures for developing the deliverables of the group project: L02 + L03 + L04 + L05 + L06 + L07 + L08 + L09 + L010

Self-study and autonomous work is expected from each student, to consult the bibliography, review the theoretical material and perform group work deliverables: L01 + L02 + L03 + L04 + L05 + L06 + L07 + L08 + L09 + L010

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Buley, L (2013). The User Experience Team of One: A Research and Design Survival Guide Paperback. Rosenfeld Media

Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., Elmqvist, N., Nicholas Diakopoulos, N. (2017). Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (6th edition), Pearson, ISBN-13: 978-0134380384

Joseph J. LaViola Jr., Ernst Kruijff, Ryan P. McMahan, Doug Bowman, Ivan P. Poupyrev (2017), 3D User Interfaces: Theory and Practice (2nd Edition), Addison-Wesley Professional, ISBN-10: 0134034325.

Brown, T (2009), Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation, HarperCollins, 2009, ISBN-13: 978-0062856623

Lewrick, M, Link, P., Leifer, L. (2020). The Design Thinking Toolbox, Wiley, ISBN 9781119629191

Norman, D. (2013). The Design of Everyday Things, Revised and Expanded Edition. MIT Press. ISBN: 9780262525671

Nielsen, J., Mack, R. (1994). Usability Inspection Methods 1st Edition. John Wiley & Sons.

Mapa IV - Modelação 3D e Criação de Conteúdos Digitais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Modelação 3D e Criação de Conteúdos Digitais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

3D Modelling and Digital Content Creation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=9; PL=24; S=3; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

Conhecimento e compreensão de:**OA1 Apresentação pública de ideias****OA2 Como trabalhar produtivamente numa equipa, mostrando capacidades em diferentes momentos para influenciar, contribuir e liderar****OA3 Gerir eficazmente o tempo, prazos e recursos, recorrendo ao planeamento, evidenciando competências organizacionais****OA4 Como trabalhar de forma criativa e imaginativa, gerando resultados autênticos, lúdicos e originais****OA5 Práticas e técnicas profissionais de modelação 3D e animação por computador****OA6 Edição de imagem: interface do utilizador, composição de fotos, camadas, seleções, ferramentas de ajustes de imagem****OA7 Edição audiovisual: importar filmagens e áudio, cortar e colocar media, explorar efeitos e exportar conteúdos audiovisuais****OA8 Exercitar a auto-avaliação crítica, paixão e motivação****OA9 Trabalhar autónomo, desenvolvendo as competências e o apetite para a aprendizagem****OA10 Responder flexivelmente à mudança, negociar e reflectir construtivamente sobre o feedback crítico****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Knowledge and understanding of:****LO1 Presentation and pitch of ideas to audiences****LO2 Work productively in a group or team, showing abilities to influence, contribute and lead****LO3 Manage time, deadlines and resources effectively, by drawing on planning, showing organisational skills****LO4 Working creatively and imaginatively, generating authentic, playful and original outcomes****LO5 Professional practices and production techniques in the field of 3D modelling and computer animation****LO6 Image editing basics: user interface, photo compositing, layers, selections, healing tools and image adjustments****LO7 Audio-video editing basics: create a project and import footage, cut and place media, explore effects and export audio-video content.****LO8 Exercise of critical self-evaluation, passion and motivation in their discipline****LO9 Working autonomously, developing the skills and appetite for learning****L10 Responding flexibly to change, negotiate and reflect constructively on critical feedback****4.4.5. Conteúdos programáticos:****CP1: Modelação 3D I: Competências fundamentais de modelação 3D, princípios e cadeia de transformação****CP2: Modelação 3D II: Pormenor e qualidade do modelo****CP3: Edição de imagem I: Noções básicas de Photoshop e fototexturização****CP4: Modelação 3D III: texturização desenvolvimento da aparência****CP5: Modelação 3D IV: Câmara 3D, iluminação e síntese de imagem****CP6: Animação I: Princípios de animação por computador e animações básicas****CP7: Edição de imagem II: camadas, seleções, ferramentas de ajustes de imagem e exportação****CP8: Edição audiovisual I: Importar conteúdos audiovisuais, cortar e colocar media, explorar efeitos e exportar conteúdo audiovisual****4.4.5. Syllabus:****S1: 3D Modelling I: Fundamental 3D modelling skills, principles and pipeline****S2: 3D Modelling II: Model detail and quality****S3: Image editing I: Photoshop basics and photo-texturing****S4: 3D Modelling III: Texturing and look development****S5: 3D Modelling IV: 3D camera, lighting and rendering****S6: Animation I: Animation principles and basic animations****S7: Image editing II: layers, selections, healing tools, image adjustments and exporting****S8: Audiovisual editing I: Import audiovisual footage, cut and place media, explore effects and export audiovisual content****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****Segue-se o alinhamento dos itens do conteúdo programático (CPx) com os objetivos da aprendizagem (OAx) :****OA1 - {CP2}****OA2 - {CP3, CP4, CP5, CP7, CP8}****OA3 - {CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8}****OA4 - {CP3, CP4, CP5, CP7}****OA5 - {CP1, CP2, CP4, CP5, CP6}****OA6 - {CP3, CP7}****OA7 - {CP8}****OA8 - {CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8}****OA9 - {CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8}****OA10 - {CP3, CP4, CP6, CP7, CP8}**

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

The alignment of the syllabus items (Sx) with the learning outcomes (LO) follows:

LO1 - {S2}

LO2 - {S3, S4, S5, S7, S8}

LO3 - {S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8}

LO4 - {S3, S4, S6, S7}

LO5 - {S1, S2, S4, S5, S6}

LO6 - {S3, S7}

LO7 - {S8}

LO8 - {S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8}

LO9 - {S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8}

LO10 - {S3, S4, S6, S7, S8}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Total de 150 horas:

- **Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (9 h).**
- **Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo, apresentações convidadas (3 h).**
- **Aulas ativas: realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo, utilizando ferramentas do estado-da-arte(24h).**
- **Aula de apoio tutorial(1h).**
- **Trabalho autónomo por parte do aluno: autoestudo, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h).**

UC em Avaliação Contínua, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória do aluno em 90% das atividades.

Pesos da avaliação:

- **5% Assiduidade e participação nas aulas.**
- **70% Trabalho de projeto laboratorial em grupo + apresentação final e discussão individual.**
- **25% 2 mini-testes com resposta múltipla.**

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1º ou 2ª épocas (30% da nota), sendo obrigatória a aprovação no projeto em grupo ou a aprovação num projeto individual (70%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Total of 150 hours:

- **Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, educational short videos (9 h).**
- **Participative lectures in the analysis and discussion of case studies and presentations from guest speakers (3 h).**
- **Active lectures for developing the deliverables of the group project/laboratory work, using state-of-the-art tools (24 h).**
- **Tutorial class (1h)**
- **Autonomous student work: self-study, review of the given theoretical material and group project work (113h).**

Course w/ continous assessment. No Final Exam. Presence required in 90% of all the activities. Assessment weights:

- **5% Attendance and participation in the classes.**
- **70% Lab project carried out in a group + the final presentation and individual discussion.**
- **25% 2 Mini-tests with multiple choice.**

A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (30% of the mark), where the completion and approval of the group project or an individual project (70%) is mandatory.

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

É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):

- **Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA5+ OA6 + OA7**
- **Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA2 + OA4.**
- **Aulas ativas com a realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5 + OA6 + OA7+ OA8 + OA9 + OA10**
- **Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6 + OA7+ OA8 + OA9 + OA10**

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

The relation between the teaching methodologies and the learning outcomes (LO) are as follows:

- **Lectures/large group learning: LO5 + LO6 + LO7**
- **Workshop and seminar learning - analysis and discussion of case studies and presentations from guest speakers: LO2 + LO4**
- **Laboratory Work: active lectures for developing the personal deliverables and of the group project: LO1 + LO2 + LO3 + LO4+ LO5 + LO6 + LO7 + LO8 + LO9 + L10**
- **Autonomous student work: self-study, review of the given theoretical material and group project work: LO1 + LO2 + LO3 + LO4+ LO5 + LO6 + LO7 + LO8 + LO9 + L10**

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Birn, J. (2014) Digital Lighting and Rendering, New Riders
Polygon, R. (2016) Texturing Techniques with 3ds Max 2017: Ultimate Beginners Guide, Rising Polygon
Tickoo, S. (2015) Autodesk 3ds Max 2016 for beginners, CADCIM Technologies
Tickoo, S. (2015) Autodesk 3ds Max 2016: A comprehensive Guide, CADCIM Technologies
Vaughan, W. (2012) Digital Modelling, New Riders
Watkins, A. (2017). Getting Started in 3D with Maya: Create a Project from Start to Finish—Model, Texture, Rig, Animate, and Render in Maya. Routledge

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

Programação de Mundos Aumentados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Augmented Worlds Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=12; PL=21; S=3; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

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

Conhecer, saber aplicar:

O1 Conceitos, modelos, estado da arte e principais aplicações em RA, com aplicabilidade na resolução de problemas temporâneos, através da investigação e análise crítica de fontes da literatura

O2 Tecnologias chave em RA: recolha de dados do ambiente real e sua interpretação, visualização 3D e interação pessoa-máquina (interfaces tangíveis e interfaces multimodais)

O3 Ambiente de modelação 3D e desenvolvimento de aplicações RA no lab do Iscte: Unity, UnReal, ARCore, ARKit, Hololens, EON Reality, Open XR

O4 Criatividade, inovação, pensamento crítico, autoaprendizagem, revisão por pares, trabalho em equipa, expressão escrita e oral

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

Knowing, applying, designing:

LO1 Concepts, models, state of the art and main applications of AR and with applicability in solving contemporary

problems, via research and critical analysis of literature sources

LO2 Key AR technologies: real environment data collection and interpretation, 3D visualization and human-computer interaction (tangible interfaces and multimodal interfaces)

LO3 3D modelling environment and development of VR and AR applications at Iscte lab: Unity, UnReal, ARCore, ARKit, Hololens, EON Reality, Open XR

LO4 Creativity, innovation, critical thinking, self-learning, peer review, teamwork, written and oral expression

4.4.5. Conteúdos programáticos:

C1 Realidade Aumentada, RA: Definição. Modelo. Realidade Mista. Realidade Extendida, RE. Evolução histórica. Aplicações.

C2 Tecnologias chave para RA: Recolha de dados do ambiente real e sua interpretação com técnicas de Visão por Computador, visualização de objetos virtuais registados em 3D, interação pessoa-máquina (Interfaces tangíveis e Interação multimodal)

C3 Laboratório de RA

C4 Tendências atuais e futuras de RA e RE

4.4.5. Syllabus:

S1 Augmented Reality, AR: Definition. Model. Mixed. Extended Reality, XR. Historical evolution. Applications.

S2 Key AR technologies: Real environment data collection and interpretation with Computer Vision techniques, 3D registered virtual object visualization, person-machine interaction (Tangible Interfaces and Multimodal Interaction).

S3 AR Lab

S4 Current and future trends in AR and XR

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

O alinhamento dos conteúdos programáticos (CP) com os objetivos de aprendizagem (OA) é o seguinte:

O1 - {C1, C4}

O2 - {C2}

O3 - {C3}

O4 - {C1, C2, C3, C4}

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

The alignment of the syllabus items (S) with the learning outcomes (LO) follows:

LO1 - {S1, S4}

LO2 - {S2}

LO3 - {S3}

LO6 - {S1, S2, S3, S4}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Total de 150 horas:

• Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (12 h).

• Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo, apresentações convidadas (3 h).

• Aulas ativas: realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo, utilizando ferramentas do estado-da-arte (21h).

• Aula de apoio tutorial (1h).

• Trabalho autónomo por parte do aluno: autoestudo, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h).

UC com Avaliação Periódica, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória em 90% de todas as atividades da UC. Pesos da avaliação:

• Trabalhos lab individuais, 80% obrigatórios (25%)

• Projeto lab (grupo de 2), com discussão oral individual (50%)

• 2 mini-testes de resposta múltipla (25%)

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1º ou 2º épocas, valendo 50% da nota, sendo obrigatória a aprovação no Projeto em grupo ou a realização de um projeto individual (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Total of 150 hours:

• Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, educational short videos (12 h).

• Participative lectures in the analysis and discussion of case studies and presentations from guest speakers (3 h).

• Active lectures for developing the deliverables of the group project/laboratory work, using state-of-the-art tools (21 h).

• Tutorial class (1h)

• Autonomous student work: self-study, review of the given theoretical material and group project work (113h).

Course with Periodic Assessment, not by Final Exam. Presence required in 90% of all the activities.. Assessment weights:

- *Individual practical assignments, 80% of which are compulsory (25%)*
 - *Lab project (in group of 2), with individual oral discussion (50%)*
 - *2 multiple response Mini-tests (25%)*
- A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (50% of the mark), with the completion and approval of the group project, or an individual project is mandatory (50%).*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):

- *Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1 + OA2 + OA3*
- *Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA1 + OA2*
- *Aulas ativas com a realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA1 + OA2 + OA3*
- *Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA1 + OA2 + OA3*

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

The relations between the teaching methodologies and the learning outcomes (LG) are as follows:

Traditional lectures for presenting theoretical frameworks: L01 + L02 + L03

Participative lectures in the analysis and discussion of case studies: L01 + L02

Active lectures for developing the deliverables of the group project: L01 + L02 + L03

Self-study and autonomous work is expected from each student, to consult the bibliography, review the theoretical material and perform group work deliverables: L01 + L02 + L03

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Feng Zhou, H. B. Duh, M. Billinghurst (2008), "Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR," 2008 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2008, pp. 193-202, doi: 10.1109/ISMAR.2008.4637362

Hughes, John, van Dam, Andries, McGuire, Morgan, Sklar, David, Foley, James D., Feiner, Steven K., Akeley, Kurt (2014). Computer Graphics: Principles and Practice (3rd Edition). Addison-Wesley. ISBN-13: 978-0133511079.

Joseph J. LaViola Jr., Ernst Kruijff, Ryan P. McMahan, Doug Bowman, Ivan P. Poupyrev (2017), 3D User Interfaces: Theory and Practice (2nd Edition), Addison-Wesley Professional, ISBN-10: 0134034325.

Azuma, R. T (1997). "A survey of augmented reality". Presence, 6(4):355–385, 1997

Mapa IV - Programação de Mundos Virtuais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programação de Mundos Virtuais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Virtual Worlds Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

480

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

150

4.4.1.5. Horas de contacto:

37 (TP=12; PL=21; S=3; OT=1)

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**Conhecer, saber aplicar/conceber:****O1 Conceitos, modelos, estado da arte e principais aplicações em RV, com aplicabilidade na resolução de problemas contemporâneos, através da investigação e análise crítica de fontes da literatura****O2 Tecnologias chave para RV****O3 Princípios matemáticos básicos dos sistemas e algoritmos de Computação Gráfica 3D, CG3D: representação de modelos geométricos e hierárquicos 3D (malhas de polígonos, grafos de cena), sua visualização realista e em tempo real (cadeia de transformação e visualização 3D, cálculo de visibilidade, iluminação local, mapeamento de texturas)****O4 CG3D avançada: organização espacial, aceleração gráfica, interseções e colisões e técnicas avançadas de iluminação e sombreado (iluminação global, radiosidade)****O5 Ambiente de modelação 3D e desenvolvimento de aplicações RV no lab do Iscte: Unity, Unreal, EON Reality****O6 Criatividade, inovação, pensamento crítico, autoaprendizagem, revisão por pares, trabalho em equipa, expressão escrita e oral****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Knowing, applying/designing:****O1 Concepts, models, state of the art and main applications of VR, with applicability in solving contemporary problems, via research and critical analysis of literature sources****O2 Key VR technologies****O3 Basic mathematical principles of 3D Computer Graphics systems and algorithms: representation of geometrical and hierarchical 3D models (polygon meshes, scene graphs), their realistic and real-time visualization (3D transformation and visualization pipeline, visibility calculation, shading, local and global illumination, texture mapping)****O4 Advanced CG3D: spatial organization, graphic acceleration, intersections and collisions, advanced lighting techniques (global illumination, radiosity)****O5 3D modelling environment and development of VR applications at Iscte lab: Unity, Unreal, EON Reality****O6 Creativity, innovation, critical thinking, self-learning, peer review, teamwork, written and oral expression****4.4.5. Conteúdos programáticos:****C1 Realidade Virtual, RV: Definição. Modelo. RV imersiva e não imersiva. Evolução histórica. Aplicações****C2 Tecnologias chave para RV: Canal de saída: projeção, ecrãs, estereoscopia, audio 3D e auralização, novos canais (cheiro, gosto). Canal de entrada: seguimento, interfaces multimodais (fala, gesto, movimento, toque e tato), interfaces hápticas e vestibulares****C3 Computação Gráfica 3D fundamental: Definições e conceitos. Modelação Geométrica 3D. Visualização 3D. Câmara virtual. Luz e cor. Iluminação e sombreado. Sombras. Mapeamento de texturas.****C4: Complementos de Computação Gráfica 3D: Organização espacial (BVH, BSP, Octree). Hierarquia de objetos gráficos. Grafo de cena. Algoritmos de aceleração gráfica. Interseções e colisões. Técnicas Avançadas de iluminação e sombreado (iluminação global, radiosidade)****C5 Laboratório de RV****C6 Tendências atuais e futuras de RV****4.4.5. Syllabus:****S1 Virtual Reality, VR: Definition. Model. Immersive and non-immersive VR. Historical evolution. Applications.****S2 Key technologies for VR: Output channel: projection, screens, stereoscopy, 3D audio and auralisation, new channels (smell, taste). Input channel: tracking, multimodal interfaces (speech, gesture, movement, touch and feel), haptic and vestibular interfaces****S3 3D Computer graphics: Definitions and concepts. 3D geometric modelling. 3D visualisation. 3D virtual camera.****Graphic object hierarchy. Scene graph. Light and color. Lighting and shading. Shadows. Texture mapping****S4: 3D Computer Graphics Complements: Spatial organization (BVH, BSP, Octree). Hierarchy of graphical objects.****Scene graph. Graphics acceleration algorithms. Intersections and collisions. Advanced lighting and shading techniques (global illumination, radiosity)****S5 VR Lab****S6 Current and future trends in VR****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****O alinhamento dos conteúdos programáticos (CP) com os objetivos de aprendizagem (OA) é o seguinte:**

- O1 - {C1, C6}
- O2 - {C2}
- O3 - {C3}
- O4 - {C4}
- O5 - {C5}
- O6 - {C1, C2, C3, C4, C5, C6}

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

The alignment of the syllabus items (S) with the learning outcomes (LO) follows:

- LO1 - {S1, S6}
- LO2 - {S2}
- LO3 - {S3}
- LO4 - {S4}
- LO5 - {S5}
- LO6 - {S1, S2, S3, S4, S5, S6}

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Total de 150 horas:

- *Aulas expositivas teórico-práticas: teoria, demonstrações, apresentações audiovisuais (12 h).*
- *Aulas participativas: análise e discussão de casos de estudo, apresentações convidadas (3 h).*
- *Aulas ativas: realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo, utilizando ferramentas do estado-da-arte (21h).*
- *Aula de apoio tutorial (1h).*
- *Trabalho autónomo por parte do aluno: autoestudo, revisão da matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo (113h).*

UC com Avaliação Periódica, não contemplando Exame Final. Presença obrigatória em 90% de todas as atividades da UC. Pesos da avaliação:

- *Trabalhos lab individuais, 80% obrigatórios (25%)*
- *Projeto lab (grupo de 2), com discussão oral individual (50%)*
- *2 mini-testes de resposta múltipla (25%)*

Se reprova na época normal (< 10 val) o aluno acede ao exame de 1º ou 2ª épocas, valendo 50% da nota, sendo obrigatória a aprovação no Projeto em grupo ou a realização de um projeto individual (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Total of 150 hours:

- *Traditional lectures for presenting theoretical frameworks, tool demos, educational short videos (12 h).*
- *Participative lectures in the analysis and discussion of case studies and presentations from guest speakers (3 h).*
- *Active lectures for developing the deliverables of the group project/laboratory work, using state-of-the-art tools (21 h).*
- *Tutorial class (1h)*
- *Autonomous student work: self-study, review of the given theoretical material and group project work (113h).*

Course with Periodic Assessment, not by Final Exam. Presence required in 90% of all the activities.. Assessment weights:

- *Individual practical assignments, 80% of which are compulsory (25%)*
- *Lab project (in group of 2), with individual oral discussion (50%)*
- *2 multiple response Mini-tests (25%)*

A mark below 10 assigns the student to an exam in normal and/or the appeal period (50% of the mark), with the completion and approval of the group project, or an individual project is mandatory (50%).

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

É a seguinte a correspondência entre as metodologias de ensino-aprendizagem e os objetivos de aprendizagem (OA):

- *Aulas expositivas para apresentação oral das unidades de ensino teóricas: OA1 + OA2 + OA3*
- *Aulas participativas com análise e discussão de casos de estudo: OA1 + OA2 + OA3*
- *Aulas ativas com a realização dos entregáveis relativos ao projeto de grupo: OA4+ OA5*
- *Autoestudo e trabalho autónomo, para consulta da bibliografia, revisão de matéria dada e realização dos entregáveis do trabalho de grupo: OA1 + OA2 + OA3 + OA4 + OA5+ OA6*

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

The relations between the teaching methodologies and the learning outcomes (LG) are as follows:

Traditional lectures for presenting theoretical frameworks: L01 + L02 + L03

Participative lectures in the analysis and discussion of case studies: L01 + L02 + L03

Active lectures for developing the deliverables of the group project: L04 + L05

Self-study and autonomous work is expected from each student, to consult the bibliography, review the theoretical material and perform group work deliverables: L01 + L02 + L03 + L04 + L05 + L06

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Tomas Akenine-Möller, Eric Haines, Naty Hoffman (2020), Real-Time Rendering, A.K. Peters Ltd., 4th edition, ISBN13 9781138627000
Hughes, John, van Dam, Andries, McGuire, Morgan, Sklar, David, Foley, James D., Feiner, Steven K., Akeley, Kurt (2014). Computer Graphics: Principles and Practice (3rd Edition). Addison-Wesley. ISBN-13: 978-0133511079.
Joseph J. LaViola Jr., Ernst Kruijff, Ryan P. McMahan, Doug Bowman, Ivan P. Poupyrev (2017), 3D User Interfaces: Theory and Practice (2nd Edition), Addison-Wesley Professional, ISBN-10: 0134034325.
Slater, M., Steed, A., Chrysanthou, Y., "Computer Graphics and Virtual Environments: From Realism to Real-Time", Mel Slater, 2002, Addison Wesley, ISBN: 0-201-62420-6
HEIM, M. (1993), The Metaphysics of Virtual Reality, Oxford University Press, 208 pages.

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:

O currículo do curso e as metodologias de ensino propostas, aplicadas a diversos sectores e contextos organizacionais, têm na base uma abordagem de aprendizagem centrada na resolução de problemas (problem-based learning–PBL), na qual o estudante tem um papel fundamental no seu desenvolvimento. Apesar de esta abordagem ter sido inicialmente proposta para a formação na área da medicina, nos últimos anos tem sido adotada por várias universidades e para diferentes áreas científicas.

O PBL é caracterizado pela utilização de problemas reais (ou realistas) como ponto de partida do processo de aprendizagem, que se desenvolve de forma muito autónoma em pequenos grupos, sendo todo o processo orientado por um tutor que atua como guia e não como ponto de transferência de conhecimento. Neste sentido, o estudo autónomo e o debate com os colegas de grupo, mais do que o modelo tradicional de transferência de conhecimento pelo professor, têm um papel fundamental no processo de aprendizagem.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

Programme curriculum and teaching methods, applied to different sectors and organisational contexts, are based on a learning centred on problem-solving (problem-based learning – PBL) approach, where students play a crucial role in its development. Although this approach was initially proposed for training in the area of medicine, over the last few years it has been adopted by various universities and for different scientific areas.

PBL is characterised by the use of real (or realistic) problems as the starting point of the learning process, which is developed in a very autonomous manner in small groups, with the entire process being supervised by a tutor who acts as a guide and not as a point of transfer of knowledge. In this regard, autonomous study and debate with group colleagues play a fundamental role in the learning process, much more than in the traditional model of knowledge transfer.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em créditos ECTS:

No âmbito do sistema de avaliação da qualidade do ensino do Iscte, é aplicado, de forma sistemática, no final de cada semestre, um inquérito aos estudantes que tem por objetivo recolher a sua opinião sobre diversos aspetos, entre os quais o volume de trabalho realizado por unidade curricular e as suas estratégias de aprendizagem. A perceção dos estudantes sobre a carga de trabalho foi operacionalizada através de 3 indicadores de adequação: "O número de horas de trabalho requerido ao estudante está adequado ao número de ECTS"; "Nas UC o número de horas de contacto/aulas é adequado"; e "Nas UC o número de horas de trabalho autónomo é adequado". Foi ainda tido em conta na definição destas cargas de trabalho, a experiência com outros ciclos de estudo do Iscte, no mesmo nível de ensino, e já em funcionamento.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS credits:

In the context of Iscte's teaching quality assessment system, at the end of each semester a survey is systematically applied to students in order to collect their opinion on several aspects, including the workload involved by course unit and their learning strategies. The students' perception of the workload was operationalised through 3 indicators of adequacy: "The number of hours of work required from the student is adequate to the number of ECTS"; "In the UC the number of contact hours/classes is adequate"; and "In the UC the number of hours of autonomous work is adequate". In defining these workloads it was also taken into account the experience with other study cycles of the Iscte, at the same level of education, and already in operation.

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:

A avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem e das metodologias de ensino definidas. Cada unidade curricular, em função dos seus objetivos, estabelece os métodos de avaliação que

melhor se adequam. Por essa razão, as metodologias de avaliação utilizadas podem dar menor ponderação à componente individual e maior ponderação à componente coletiva ou favorecer a avaliação prática (realização de trabalhos, de projetos) face à teórica (testes escritos).

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:
The assessment of student learning will be made according to the learning objectives and the defined teaching methodologies. Each curricular unit, according to its objectives, establishes the most adequate assessment methods. For this reason, the assessment methodologies may give less weight to the individual component and more weight to the collective component, or favour practical assessment (works, projects) over theoretical (written tests).

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Tal como referido no ponto 4.5.1, as unidades curriculares contempladas neste ciclo de estudo incluem uma componente ativa. Essa componente ativa terá uma expressão elevada em algumas unidades curriculares, nomeadamente nas UC de Projeto em Tecnologias Digitais.

Nestas unidades curriculares, que decorrem ao longo dos três anos, pretende-se que os estudantes tenham contacto com o Projeto tecnológico, garantam o envolvimento dos estudantes com as empresas protocoladas em Sintra, e terão como resultado final o desenvolvimento tecnológico, registo de patentes, agendamento de pilotos, e lançamento do produto para o mercado.

Para além disso, em outras unidades curriculares para além das já mencionadas, os estudantes terão que recorrer à leitura e análise de artigos científicos de modo a resolver os exercícios planeados.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

As mentioned in point 4.5.1, the curricular units included in this study cycle include an active component. This active component will have a high expression in some curricular units, namely in the course units of 'Project in Digital Technologies'.

In these curricular units, which take place throughout the three years, it is intended that students have contact with the technological project, are involved with the protocolled companies in Sintra, and, ultimately, are agents of technological development, patent registration, pilot scheduling, and product launch to the market.

Furthermore, in other curricular units, students will have to resort to the reading and analysis of scientific papers in order to solve the planned exercises.

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-74/2006, na redação dada pelo DL-65/2018:

Tendo por base o artigo 9.º do Decreto-Lei no 74/2006, o ciclo de estudos proposto, e à semelhança de outros no espaço europeu na mesma área, tem uma duração de seis semestres curriculares de trabalho dos estudantes, num total de 180 créditos. A distribuição homogénea dos créditos ao longo dos semestres faz com que cada um tenha uma carga de trabalho correspondente a 30 créditos.

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:

According to article 9 of Decree-Law no. 74/2006, and like others in European Union in the same area, the proposed study cycle will last six semesters, coming to a total of 180 credits. The homogeneous distribution of credits throughout the semesters means that each semester has a workload corresponding to 30 credits.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

O Iscte integra um conjunto de órgãos de gestão em que os docentes, por inerência dos cargos de gestão para que foram eleitos, têm assento. Entre estes encontram-se as comissões pedagógicas das escolas e do Iscte, e comissões científicas de departamentos e escolas. Estatutariamente, estes órgãos pronunciam-se sobre aspetos relacionados com a atividade letiva, pelo que, para apreciação das propostas foram constituídos grupos de trabalho, promovidos debates e discussões de âmbito alargados à comunidade, para garantir a adequabilidade dos planos de estudos, número de créditos ECTS e horas de contacto.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

The Iscte integrates a set of management bodies in which faculty members have a seat, by inherence of the management positions to which they were elected. Among these are the pedagogical committees of the schools and of Iscte, and the scientific committees of departments and schools. Statutorily, these bodies pronounce on aspects

related to the teaching activity, so, for the appreciation of the proposals, working groups were constituted and debates and discussions were promoted, to ensure the suitability of the study plans, number of ECTS credits and contact hours.

4.7. Observações

4.7. Observações:

Como referido em (3.2), a linha matemática do PCurr confere flexibilidade e versatilidade essenciais para que o estudante possa formular problemas de modo criativo, resolvê-los e comunicar as soluções em ambientes multidisciplinares sem restrição a uma só área. Para este fim, concorrem 3 aspetos: (i) natureza da matemática como um corpo de conhecimentos alheio às características do contexto onde se aplica; (ii) vasta gama representativa de exemplos de problemas reais, abordados nas unidades curriculares (UCs); (iii) cinco UCs de Projeto.

No final do ciclo de estudos, o estudante deverá:

- *Entender problemas através da sua representação matemática: desde questões-chave, interligações, formalização, e identificação de abordagens metodológicas para a sua resolução;*
- *Identificar vantagens e desvantagens de métodos matemáticos incluindo eficiência, complexidade computacional, e poder de inferência;*
- *Explicar escolhas de representação e de métodos utilizados na resolução de problemas, com conhecimento de pressupostos e das consequências da sua violação na validação de soluções;*
- *Desenvolver pensamento criativo com rigor e a sua concretização através de programas em computadores;*
- *Construir e analisar modelos matemáticos para resolver problemas de forma analítica, numérica e/ou através de simulações, num quadro que implica compreender as relações entre o modelo e as observações, as limitações do modelo e as restrições impostas por hipóteses;*
- *Conhecer as técnicas de aproximação numérica e sua relevância para resolver problemas em diversas áreas. Isto inclui o saber como, porquê e quando se espera que as aproximações funcionem;*
- *Analisar e interpretar dados empíricos, identificar padrões e obter previsões a partir de modelos.*

Além dos conhecimentos matemáticos e das competências operacionais já indicadas:

- *Integra-se como elemento de uma equipa de trabalho nos projetos profissionais;*
- *Gerir tarefas e tempo, quer em equipa quer individualmente;*
- *Desenvolver capacidades de conceptualização, comunicação de resultados e argumentos através de apresentações e/ou relatórios com uma linguagem clara e concisa, apoiada em evidências gráficas e a um nível adequado ao(s) recetor(es);*
- *Saber refletir sobre o próprio trabalho, papel e responsabilidade, avaliar a sua aprendizagem e gerir a autoformação contínua através de escolha apropriada de recursos.*

O licenciado pode integrar sectores do emprego, como o tecnológico, o financeiro e de consultoria. Pela sua capacidade para implementar, analisar e descrever as técnicas matemáticas, será capaz de desenvolver carreira em análise de grandes volumes de dados sociais incluindo saúde, planeamento de operações, otimização de processos, desenvolvimento de sistemas e de serviços tecnológicos, segurança de informação, topografia, análise de risco e investimento, análise e gestão de informação, tecnologia de bio-informação, agências e empresas ambientais, sistemas de gestão de energia e indústria transformadora.

4.7. Observations:

As stated in (3.2), the PCurr mathematical line gives flexibility and versatility essential for the student to formulate problems creatively, solve them and communicate the multidisciplinary environments without being restricted to a single area of application. To this end, there are 3 aspects: (i) nature of mathematics as a body of knowledge alien to the characteristics of the context where it is applied; (ii) representative range of examples of real problems, addressed in the curricular units (UCs); (iii) 5 Project UCs.

At the end of the programme, the student should:

- *Understand problems through their mathematical representation: from key issues, inter-relationships, formalisation, and identification of methodological approaches to their resolution;*
- *Identify advantages and disadvantages of mathematical methods including efficiency, computational complexity, and power of inference;*
- *Explain representation choices and methods used in problem solving, with knowledge of assumptions and the consequences of their violation on the validation of solutions;*
- *Develop creative thinking with rigour and its realisation through computer programmes;*
- *Build and analyse mathematical models to solve problems analytically, numerically and/or through simulations, within a framework that implies understanding the relationships between the model and the observations, the limitations of the model and the restrictions imposed by hypotheses;*
- *Know the techniques of numerical approximation and their relevance to solve problems in several areas. This includes knowing how, why and when approximations are expected to work;*
- *Analyse and interpret empirical data, identify patterns and obtain predictions from models.*

In addition to the mathematical knowledge and operational skills already indicated, the graduate:

- Integrates as part of a working team in professional projects;
- Manages tasks and time, both as a team and individually;
- Develops capacities of conceptualisation, communication of results and arguments through presentations and/or reports with a clear and concise language, supported by graphic evidence and at a appropriate level to the recipient(s);
- Knows how to reflect on own work, role and responsibility, evaluate their learning and manage ongoing self-training through appropriate choice of resources.

Graduates can join sectors of employment such as technology, financial and consulting sectors. By their ability to implement, analyse and describe mathematical techniques, they will be able to develop a career in the analysis of large volumes of social data, including health, operations planning, process optimisation development of systems and technology services, information security, surveying information security, risk and investment analysis, information management, bio-information technology, environmental agencies and companies, energy management systems and manufacturing.

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

Maria do Rosário Domingos Laureano é Professora Auxiliar no Dep. de Matemática do Iscte. É licenciada em Matemática Pura pela Fac. de Ciências da Univ. de Lisboa (1990), MSc. em Matemática Aplicada pelo Instituto Superior Técnico (2003), e Ph.D. em Métodos Quantitativos (especialização em Matemática) pelo Iscte (2008). Tem pesquisado em cohomologia de sistemas dinâmicos, sincronização e controle de sistemas dinâmicos caóticos, dinâmica quântica, redes complexas e análise do erro na aprendizagem da matemática. É membro integrado no ISTAR - Information Sciences, Technologies and Architecture Research Center, integra a Comissão Executiva e fez parte da Comissão Científica (2018-20). Coordena desde 2018 o grupo de investigação CCM - Complexity and Computational Modelling do ISTAR. Colaborou com o CFCUL (2004-2016) integrando a linha de investigação Philosophy of Mathematics e o projeto FCT Poincaré Philosopher of Science. Integra o Grupo de Missão em Ciência de Dados do Iscte.

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	Vínculo/ Link	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Maria do Rosário Domingos Laureano	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Métodos Quantitativos na especialidade de Matemática	100	Ficha submetida
						100	

<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.

1

5.4.1.2. Número total de ETI.

1

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos integrados na carreira docente ou de investigação (art.º 3 DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018).

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos integrados na carreira docente ou de investigação (art.º 3 DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018).* / "Career teaching staff" – teachers of the study programme integrated in the teaching or research career.*

Vínculo com a IES / Link with HEI	% em relação ao total de ETI / % of the total of FTE	
Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	100	100

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD*

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	1	100

5.4.4. Corpo docente especializado

5.4.4. Corpo docente especializado / Specialised teaching staff.

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Doutorados especializados na(s) área(s) fundamental(is) do CE (% total ETI) / PhDs specialised in the fundamental area(s) of the study programme (% total FTE)	1	100
Não doutorados, especializados nas áreas fundamentais do CE (% total ETI) / Staff specialised in the fundamental areas of the study programme not holding PhDs in these areas (% total FTE)	0	0
Não doutorados na(s) área(s) fundamental(is) do CE, com Título de Especialista (DL 206/2009) nesta(s) área(s) (% total ETI) / Specialists not holding a PhD, but with a Specialist Title (DL 206/2009) in the fundamental area(s) of the study programme (% total FTE)	0	0
% do corpo docente especializado na(s) área(s) fundamental(is) (% total ETI)		100
% do corpo docente doutorado especializado na(s) área(s) fundamental(is) (% docentes especializados)		100

5.4.5. Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados (art.º 29.º DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)

5.4.5. Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados (art.º 29.º DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018) / Teaching Staff integrated in Research Units of the Institution, its subsidiaries or integrated centers (article 29, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018)

Descrição	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados / Teaching Staff integrated in Research Units of the Institution, its subsidiaries or integrated centers	1	100

5.4.6. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

5.4.6. 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 de carreira com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Career teaching staff of the study programme with a link to the institution for over 3 years	1	100	1
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0	1

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.

Os procedimentos de avaliação do desempenho do pessoal docente do Iscte encontram-se definidos no Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Iscte. Realiza-se em períodos trienais, tendo por base objetivos anuais, nas seguintes vertentes: investigação; ensino; gestão universitária; transferência de conhecimentos. O processo da avaliação do triénio inclui as seguintes fases: definição do objetivo geral para o triénio; autoavaliação; validação; avaliação; audiência e homologação e notificação da avaliação, e o resultado é obtido de acordo com o método e critérios definidos no Regulamento acima referido. A classificação global é expressa em cinco níveis: Inadequado; Suficiente; Bom; Muito Bom e Excelente. No processo de avaliação do desempenho dos docentes participam os seguintes intervenientes: Avaliado; Diretor do Departamento; Conselho Científico; Painel de Avaliadores; Conselho Coordenador da Avaliação do Desempenho dos Docentes.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The procedures for Iscte faculty performance evaluation are set out in Iscte Faculty Performance Evaluation Regulation. It is carried out in three-yearly periods, based on annual goals, in the following aspects: research; teaching; university management; knowledge transfer. The three-yearly evaluation process includes the following stages: definition of the overall goal for the triennium; self-evaluation; validation; evaluation; hearing and approval and notification of the evaluation result, which is obtained accordingly with the method and the criteria defined in the abovementioned Regulation. The overall classification is expressed in five levels: Inadequate; Sufficient; Good; Very Good and Excellent. The following parties are involved in the faculty performance evaluation process: the Assessed (member under evaluation); Department Director; Scientific Council; Evaluation Panel; Coordinating Council for the Evaluation of Faculty Performance.

5.6. Observações:

O Curso proposto integra o portfólio de cursos especificamente desenhados para a Escola de Tecnologias Digitais. Essa nova escola do Iscte encontra-se em processo de criação, tendo sido estabelecido um Protocolo com a Câmara Municipal de Sintra para o efeito. No âmbito desse protocolo, a Câmara Municipal de Sintra aprovou a cedência ao Iscte do terreno onde será construída a nova escola. O Iscte já entregou o pedido de licenciamento do projeto de construção da mesma, tendo candidatado ao Programa de Recuperação e Resiliência o financiamento do projeto nas dimensões infraestrutural, de equipamentos e de dinamização da oferta. Nesta medida, tratando-se de uma escola nova que disponibilizará uma oferta nova, a constituição do corpo docente será feita em função do desenvolvimento do projeto e da aprovação dos novos cursos. A natureza do projeto implicará o recrutamento do corpo docente que assegurará a lecionação dos diferentes cursos previstos para a nova escola, sendo inviável proceder neste momento à sua identificação.

5.6. Observations:

The proposed programme integrates the portfolio of courses specifically designed for the School of Digital Technologies. This new school of Iscte is in the process of creation, having been established a Protocol with the Municipality of Sintra for this purpose. In the scope of this protocol, Sintra Town Hall approved the transfer of land to Iscte where the new school will be built. Iscte has already delivered the licensing application for the construction project, having applied to the Recovery and Resilience Programme for project funding in the dimensions of infrastructure, equipment and boosting supply. As this is a new school that will make available a new training offer, the constitution of the teaching staff will be made according to the development of the project and the approval of new programmes. The nature of the project will imply the recruitment of the teaching staff that will ensure the teaching of the different programmes foreseen for the new school, being unfeasible to identify them at the moment.

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

À semelhança do que se refere em 5.6, também o pessoal não docente passará por um processo de recrutamento, que assegure todas as estruturas de apoio necessária ao corpo docente, aos estudantes e à orgânica da escola.

Não se prevê, contudo, uma afetação direta de recursos ao ciclo de estudos, e dado o número de estudantes previsto, estima-se que número de não docentes em ETI, repartido pelos serviços e gabinetes, afeto ao ciclo de estudos seja de 5,35.

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

Similarly, to what is referred in 5.6, the non-teaching staff will also go through a recruitment process that ensures all the necessary support structures for the teaching staff, students and school organization.

However, it is not foreseen a direct allocation of resources to the study cycle, and given the number of expected students, it is estimated that the number of non-teaching staff in FTE, distributed by services and offices, allocated to the study cycle is 5,35.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

O Iscte dispõe de mecanismos que visam criar condições para que o nível de qualificação e competência do pessoal não docente assegure o cumprimento das suas funções.

No recrutamento do pessoal não docente para a nova Escola, será garantido um equilíbrio na formação e a será feita aposta na qualificação do pessoal não docente, em linha com as ações definidas no Plano Estratégico e de Ação para o Quadriénio 2018-2021, em que foram criadas no Iscte oportunidades de progressão na carreira e ajustamentos nas categorias profissionais às respetivas qualificações.

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

The Iscte has mechanisms that aim to create conditions for the level of qualification and competence of the non-teaching staff to ensure the fulfilment of their functions.

In the recruitment of non-teaching staff for the new School, a balance in training will be guaranteed and a focus will be made on qualification, in line with the actions defined in the Strategic and Action Plan for the Quadrennium 2018-2021, in which opportunities for career progression and adjustments in professional categories to the respective qualifications were created at Iscte.

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

Tendo em conta o regime fundacional vigente no Iscte, um regime dual em que parte dos colaboradores estão sujeitos à legislação da administração pública e outros à legislação laboral do setor privado. O Iscte criou regulamentos e procedimentos específicos consoante o tipo de legislação.

Na avaliação do desempenho, ao pessoal não docente com contrato de trabalho em funções públicas aplica-se o SIADAP, ao pessoal não docente com contrato ao abrigo do Código do Trabalho aplica-se o regulamento de avaliação do desempenho próprio, com base no SIADAP. A avaliação realiza-se em períodos bianuais, e inclui as fases: definição de objetivos; autoavaliação; avaliação; audiência e homologação e notificação da avaliação, e o resultado é obtido de acordo com o método e critérios definidos.

Anualmente, é realizado o diagnóstico das necessidades de formação pelos dirigentes, com os colaboradores, o que tem permitido maior investimento em formação qualificada no âmbito do contexto institucional.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

Considering the foundational system at Iscte, there is a twofold evaluation regime: part of the employees is subject to the public administration legislation and others to the private sector labour legislation. Iscte created regulations and procedures according to the legislation.

Regarding performance evaluation, non-faculty staff members with public service employment contracts are subject to SIADAP, and non-faculty staff members with contracts under the Labour Code are subject to a performance evaluation regulation, however based on SIADAP. Evaluation takes place every 2 years, and includes: goal definition; self-evaluation; evaluation; hearing and approval and evaluation results notification, and the result is obtained according to the defined method and criteria.

Each year, the chief officers carry out a diagnostic of the training needs, with the employees, which has facilitated an investment in qualified training within the institutional context.

7. Instalações e equipamentos

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

O projeto de criação da Escola de Tecnologias Digitais prevê a construção de um novo edifício em Sintra conforme candidatura apresentada ao Programa de Recuperação e Resiliência. O projeto de construção encontra-se já submetido para aprovação da CM Sintra. Enquanto o edifício não tiver a sua construção concluída – prevista para o ano de 2024 – o Iscte dinamizará a oferta formativa proposta no projeto Mais Digital nas instalações da Startup Sintra.

Esta opção permitirá que os programas formativos abrangidos pelo projeto arranquem já em 2022.

As instalações da Startup Sintra são muito funcionais e modernas, reunindo as condições necessárias para acolher com elevadas condições pedagógicas a componente formativa do presente projeto que se pretende localizar em Sintra. Essas instalações acolheram em 2020 e 2021 grande parte dos cursos promovidos pelo Iscte no âmbito do programa UpSkills, aí tendo sido localizados 9 grupos de formação, abrangendo um total de cerca de 200 estudantes.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

The project to create the School of Digital Technologies foresees the construction of a new building in Sintra, according to the application submitted to the Programme for Recovery and Resilience. The construction project has already been submitted to the approval of Sintra City Hall. While the building is not completed - scheduled for 2024 - Iscte will develop the training offer proposed in the Mais Digital project at the facilities of Startup Sintra. This option will allow the training programmes covered by the project to start in 2022.

The facilities of Startup Sintra are very functional and modern, meeting the necessary conditions to host with high pedagogical conditions the training component of this project that is intended to be located in Sintra. In 2020 and 2021, these facilities hosted most of the offer promoted by Iscte under the UpSkills programme, which translated into 9 training groups, in a total of about 200 students.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

As instalações a mobilizar têm flexibilidade para acolher o funcionamento de laboratórios informáticos e de audiovisuais que apoiarão o funcionamento deste curso. Através de uma candidatura submetida, e já aprovada, ao POR Lisboa, o Iscte está em condições de equipar estes laboratórios até ao início dos novos cursos. As instalações disponibilizam, ainda, espaços complementares para existência de um bar de apoio aos estudantes e docentes e espaços de estudo em permanência.

Entre os laboratórios a criar inclui-se um laboratório de audiovisuais vocacionado para o desenvolvimento de recursos educativos digitais possibilitará aos formandos do curso de Tecnologia, Cultura e Património simular o desenvolvimento de recursos digitais, nomeadamente multimédia, que sejam apropriáveis em processos de desenvolvimento de recursos multimédia aplicáveis à divulgação e intermediação do património.

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

The facilities have the flexibility to accommodate the computer and audiovisual laboratories that will support the programme. Through an already submitted and approved application to POR Lisboa, Iscte is able to equip these laboratories by the beginning of the new courses. The facilities will also provide complementary spaces for a support bar for students and faculty, and permanent study spaces.

Among the laboratories to be created, an audiovisual laboratory is included, devoted to the development of digital educational resources. It will allow trainees of the Technology, Culture and Heritage programme to simulate the development of digital resources, namely multimedia, which can be appropriated in processes of development of multimedia resources applicable to the promotion and intermediation of heritage.

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

Pergunta 8.1. a 8.4.

8.1. Unidade(s) de investigação, no ramo de conhecimento ou especialidade do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica.

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/research-centers/formId/bf635bbc-e88c-dd2e-e028-615b09113076>

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/bf635bbc-e88c-dd2e-e028-615b09113076>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/bf635bbc-e88c-dd2e-e028-615b09113076>

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.

O ecossistema de inovação e investigação de que o Iscte faz parte compreende uma abrangente e rica dinâmica que se desenvolve a partir de centros de investigação, infraestruturas laboratoriais, observatórios, centros de sondagem e laboratórios colaborativos. Este ecossistema será potenciado através da criação do centro de valorização e transferência de tecnologia – Iscte Conhecimento e Inovação – que mobilizará mais recursos, gerará novas sinergias e reforçará a interdisciplinaridade de atuação que, como temos explicitado, constitui uma marca distintiva do projeto que o Iscte se encontra a desenvolver.

O ecossistema do integra múltiplas unidades de investigação que, por sua vez, se cruzam de forma muito evidente com os principais domínios temáticos contemplados na estratégia de formação que se integra nesta candidatura. O quadro abaixo exemplifica, sinteticamente e sem pretensão de contemplar todas essas dinâmicas, esta relação matricial.

Domínios Temáticos: Unidades com Projetos Relevantes

Arquitetura, tecnologias e diferentes contextos de vida: IT-IUL, ISTAR, Dinâmia, CET, CIES Mixed Reality Lab, FAB LAB

Audiovisuais: IoE & DS Lab Cidade

Saúde: CIES, Lab LAPSO, Lab Nascer.pt,

Ciência de Dados: IT-IUL, ISTAR, CIS, CIES, BRU Mixed Reality Lab, Lab Telecomunicações, LAPSO, Lab Nascer.pt, Lab

Comunicações de Óticas, IoE & DS

Robótica, Inteligência artificial, Condições de trabalho: IT-IUL, ISTAR, Dinâmia, CET, CIES, CIS, BRU Mixed Reality Lab,

Lab Telecomunicações, LAPSO, IoE & DS Lab

Organização, transformação digital, marketing e modelos de negócio: IT-IUL, ISTAR, CIS, BRU Mixed Reality Lab, Media

Lab, LAPSO, IoE & DS Lab, FutureCast Lab

Cibersegurança: IT-IUL, ISTAR, Dinâmia'CET Lab Telecomunicações Big Data

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 innovation and research ecosystem of which Iscte is part comprises a comprehensive and rich dynamic that develops from research centres, laboratory infrastructures, observatories, sounding centres and collaborative laboratories. This ecosystem will be strengthened through the creation of the technology valorisation and transfer centre - Iscte Knowledge and Innovation - which will mobilise more resources, generate new synergies and reinforce the interdisciplinary action which, as we have explained, is a distinctive mark of the project that Iscte is developing. The Iscte's ecosystem integrates multiple research units which, in turn, intersect in a very evident manner with the main thematic areas contemplated in the training strategy featuring this application. The table below exemplifies, synthetically and without claiming to contemplate all these dynamics, this matricial relationship.

Thematic Domains: Units with Relevant Projects

Architecture, technologies and different life contexts: IT-IUL, ISTAR, Dinâmia, CET, CIES Mixed Reality Lab, FAB LAB

Audiovisual: IoE & DS Lab City

Health: CIES, LAPSO Lab, Nascer.pt Lab

Data Science: IT-IUL, ISTAR, CIS, CIES, BRU Mixed Reality Lab, Lab Telecommunications, LAPSO, Lab Nascer.pt, Lab

Optics Communications, IoE & DS

Robotics, artificial intelligence, working conditions: IT-IUL, ISTAR, Dinâmia, CET, CIES, CIS, BRU Mixed Reality Lab,

Telecommunications Lab, LAPSO, IoE & DS Lab

Organisation, digital transformation, marketing and business models: IT-IUL, ISTAR, CIS, BRU Mixed Reality Lab, Media

Lab, LAPSO, IoE & DS Lab, FutureCast Lab

Cybersecurity: IT-IUL, ISTAR, Dinâmia'CET Lab Telecommunications Big Data

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:

A criação de uma oferta formativa inovadora, num campus novo e atrativo, com forte ligação ao contexto empresarial e às dinâmicas de apoio à inovação, não permite a comparação com outros ciclos de estudos.

Atento o objeto das propostas, com um forte cariz tecnológico, os dados oficiais disponíveis na Direção-Geral de Estatísticas da Educação e da Ciência demonstram que as áreas de tecnologias são as que registam menor nível de desemprego. Na caracterização de dezembro de 2020 dos desempregados com habilitação superior, do total de 1217 diplomados registados nas áreas tecnológicas entre 2000 e 2019, apenas 26 indicaram estar em situação de desemprego.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

The creation of an innovative training offer, in a new and attractive campus, with a strong connection to the business context and to the dynamics supporting innovation, does not allow the comparison with other study cycles.

Considering the subject of the proposals, and its strong technological nature, the official data available at the Directorate-General for Education and Science Statistics show that the areas of technologies are those with the lowest level of unemployment. In the December 2020 characterisation of the unemployed population with higher education qualifications, from a total of 1217 graduates in technological areas between 2000 and 2019, only 26 indicated they were unemployed.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

A proposta agora apresentada assenta em elementos de diagnóstico sobre a oferta de ensino superior. Algumas das

principais conclusões são:

- › **A oferta formativa na área do digital em Portugal apresenta uma expressão relativamente reduzida no conjunto da oferta, sobretudo se considerarmos uma delimitação abrangente do campo de formação referenciável às tecnologias digitais e ponderarmos a expressão das vagas nesta área pela crescente centralidade do digital no contexto da atividade económica e das dinâmicas sociais.**
- › **A representatividade da oferta digital na AML é inferior à média do país e significativamente mais reduzida do que o verificado nas regiões Norte e Centro, indo em contracorrente com o que acontece com a distribuição regional dos inscritos no ensino superior quando consideramos a globalidade da oferta.**
- › **A diferenciação do padrão de oferta pelo tipo de rede e o menor protagonismo da rede politécnica na AML, contribuem para determinar o défice da oferta nesta região.**

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

This proposal is based on diagnostic elements regarding the Portuguese higher education academic offer. Some of the main conclusions are:

- › *The training offer in the digital area in Portugal presents a relatively reduced expression in the overall academic offer, especially if one considers a comprehensive delimitation of the training field referable to digital technologies and weights the expression of the vacancies in this area by the growing centrality of digital in the context of economic activity and social dynamics.*
- › *The representativity of the digital supply in the AML is below the country's average and significantly lower than in the North and Centre regions, which runs counter to the regional distribution of those enrolled in higher education when we consider the overall supply.*
- › *The differentiation of the pattern of supply by type of network and the lesser role of the polytechnic network in the AML, contribute to determining the supply deficit in this region.*

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

A Câmara Municipal de Sintra é o parceiro estratégico do projeto da Escola de Tecnologias Digitais, tendo apoiado o seu desenvolvimento em vários domínios como o da articulação com o tecido empregador. No que diz respeito à parceria com empresas, destaca-se:

- › *As 76 empresas consultadas no âmbito do processo de elaboração dos novos ciclos de estudo e que deram parecer formal sobre os mesmos;*
- › *As 87 empresas que celebraram protocolos tendo em vista o acolhimento de estagiários;*
- › *As 27 empresas do concelho de Sintra que celebraram com o Iscte e a CMS um protocolo de colaboração tendo em vista apoiar a instalação e funcionamento da nova escola do Iscte em Sintra.*

Além do potencial de articulação com todo o ecossistema de centros de investigação, inovação e colaboração em que se inclui o Iscte, importa referir, ainda, a parceria com a Startup Sintra, com o Centro de Inteligência Tecnologia e Inovação no setor da pedra e com a APDC.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

Sintra Town Hall is the strategic partner of the Digital Technologies School project, having supported its development in several areas such as the articulation with the employer fabric. As far as partnership with companies is concerned, we highlight:

- › *The 76 companies consulted in the scope of the elaboration process of the new study cycles and that have given a formal opinion about them;*
- › *The 87 companies that signed protocols with the purpose of receiving trainees;*
- › *The 27 companies in the Municipality of Sintra that have signed a collaboration protocol with Iscte and CMS to support the installation and operation of the new Iscte school in Sintra.*

In addition to the potential for articulation with the entire ecosystem of research, innovation and collaboration centres in which Iscte is included, it is also important to mention the partnership with Startup Sintra, with the Centre for Intelligence, Technology and Innovation in the stone sector and with APDC.

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:

- 1 - *University of Twente:* <https://www.utwente.nl/en/education/bachelor/programmes/applied-mathematics/>
- 2 - *Hamburg University of Technology:* <https://www.tuhh.de/alt/tuhh/education/degree-courses/bachelors-programs/technomathematik.html>
- 3 - *Institut Polytechnique de Paris:*
<https://programmes.polytechnique.edu/bachelor/details-du-programme/double-majeure-mathematiques-informatique>
- 4 - *University of Bristol:* <https://www.bristol.ac.uk/study/undergraduate/2022/computer-science/bsc-maths-comp-sci/>
- 5 - *Imperial College London:* <https://www.imperial.ac.uk/study/ug/courses/mathematics-department/applied-mathematics-physics-bsc/>

6 - Eindhoven University of Technology: <https://educationguide.tue.nl/programs/bachelor-college/majors/applied-mathematics/>

7 - Queen's University Belfast: <https://www.qub.ac.uk/courses/undergraduate/2021/applied-mathematics-physics-bsc-gf13/#overview>

8 - Universidad Carlos III de Madrid: <https://www.uc3m.es/bachelor-degree/applied-mathematics-computing#program>

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

1 - University of Twente: <https://www.utwente.nl/en/education/bachelor/programmes/applied-mathematics/>

2 - Hamburg University of Technology: <https://www.tuhh.de/alt/tuhh/education/degree-courses/bachelors-programs/technomathematik.html>

3 - Institut Polytechnique de Paris:

<https://programmes.polytechnique.edu/bachelor/details-du-programme/double-majeure-mathematiques-informatique>

4 - University of Bristol: <https://www.bristol.ac.uk/study/undergraduate/2022/computer-science/bsc-maths-comp-sci/>

5 - Imperial College London: <https://www.imperial.ac.uk/study/ug/courses/mathematics-department/applied-mathematics-physics-bsc/>

6 - Eindhoven University of Technology: <https://educationguide.tue.nl/programs/bachelor-college/majors/applied-mathematics/>

7 - Queen's University Belfast: <https://www.qub.ac.uk/courses/undergraduate/2021/applied-mathematics-physics-bsc-gf13/#overview>

8 - Universidad Carlos III de Madrid: <https://www.uc3m.es/bachelor-degree/applied-mathematics-computing#program>

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

1- *Foi inspirado pela organização em módulos temáticos pouco convencionais que, por sua vez, contêm as UCs de forma muito integrada.*

2, 3 e 4 - *São várias as semelhanças com este PCurr: a razão entre os ECTS em Matemática e os ECTS em Ciências da Computação, o foco na resolução de problemas como forma de preparar para os novos desafios sociais e a preocupação com uma formação abrangente e humanista, sem restrição a uma área de aplicação, e a experimentação.*

4 e 5 - *Também incluem UCs de Projecto (individual e em grupo) como complemento de aprendizagem.*

4, 6, 7 e 8 - *Confirmam a importância de uma forte formação em Álgebra Linear como suporte a UCs mais avançadas, por exemplo, em aproximação numérica ou aprendizagem automática.*

Nos cursos indicados é notória a formação integrada da matemática com a computação e a orientação para uma especialização (que se pode traduzir em UCs opcionais oferecidas pela instituição). Neste PCurr, essa especialização ocorre pela escolha de um ramo.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

1- *It was inspired by the organisation of unconventional thematic modules that, in turn, contain the UCs in a very integrated way;*

2, 3 and 4 - *Several similarities: the ratio between ECTS in Mathematics and ECTS in Computer Science, the focus on problem solving as a way to prepare for new societal challenges and the concern with a comprehensive and humanistic training, without restriction to an area of application, and experimentation;*

4 and 5 - *Also include UCs of project (individual and group) as a complement of learning;*

4, 6, 7 and 8 - *They confirm the importance of a strong background in Linear Algebra as a support for more advanced UCs, for example, in numerical approximation or machine learning;*

In the mentioned programmes, the integrated training of mathematics with computing and the orientation towards specialisation (which can be translated into optional UCs) is notorious. In this PCurr, this specialisation occurs through the choice of a branch.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

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:

- *O carácter aplicativo da matemática é, por si só, multidisciplinar; dado que, adicionalmente, o curso não está vinculado a uma só área de aplicação, as capacidades e competências que desenvolve são válidas em muitos setores da atividade profissional onde a transição digital (TD) é urgente;*
- *A TD é exigente em recursos humanos, quantitativa e qualitativamente; a formação em matemática diferencia neste último nível, ao dotar o estudante de capacidades numéricas e analíticas essenciais ao trabalho multidisciplinar e criativo que a TD requer;*
- *As competências computacionais adquiridas potenciam intervenção efetiva nas mudanças integradas e profundas que caracterizam a TD; para além disso, foi acautelada a iniciação em áreas como a logística, o controle de gestão e as finanças que intensificam a capacidade de intervenção;*
- *A formação em matemática, acrescida de uma forte componente de informática e ciência de dados, permitem a escolha de qualquer um dos ramos disponíveis na Escola.*

12.1. Strengths:

- *The application nature of mathematics is in itself multidisciplinary; given that, additionally, the programme is not tied to a single area of application, the capacities and skills it develops are valid in many sectors of professional activity where the digital transition (TD) is urgent;*
- *TD is demanding in human resources, quantitatively and qualitatively; training in mathematics differentiates at this last level, by providing the student with numerical and analytical skills essential to the multidisciplinary and creative work that TD requires;*
- *The acquired computational skills enable effective intervention in the integrated and profound changes that characterise TD; in addition, the initiation in areas such as logistics, management control and finance that intensify the*

intervention capacity was ensured;

- The training in mathematics, plus a strong component of computer science and data science, allows for the choice of any of the branches available at the School.

12.2. Pontos fracos:

- Não estando associado a uma área de aplicação específica (como seria o caso de um curso em Matemática Aplicada às Finanças), o curso inclui tópicos de várias áreas de aplicação (essencialmente em logística, finanças, controle de gestão), mas esses tópicos são abordados de um modo que pode ser considerado pouco aprofundado; no entanto, o objectivo dessas UCs é dotar das competências básicas de intervenção nessas áreas, onde a TD é mais evidente, e da linguagem própria dessas áreas;

- Tem uma forte componente em três áreas: matemática, informática e ciência de dados; esta diversidade de conteúdos, embora se intersectem, pode criar dificuldades ao estudante no acompanhamento e aprendizagem de todos eles (pelo menos numa fase inicial em que lhe sejam evidentes as conexões entre as três áreas).

12.2. Weaknesses:

- Not being associated to a specific application area (as would be the case of an in Mathematics Applied to Finance), the programme includes topics from various application areas (essentially in logistics, finance, management control), but these topics are approached in a way that can be considered not very in-depth; however, the aim of these UCs is to provide the basic skills for intervention in these areas, where TD is more evident, and the language proper to these areas;

- It has a strong component in three areas: mathematics, computer science and data science; this diversity of contents, although they intersect, may create difficulties for the student in monitoring and learning all of them (at least in an initial phase in which the connections between the three areas are evident to him).

12.3. Oportunidades:

- Crescente procura por licenciados com avançadas competências matemáticas, pois a complexidade dos problemas que a TD coloca exige modelação matemática e simulação computacional, ou seja, análise de modelos matemáticos como representações da realidade;

- Crescente procura de formação superior por parte de jovens e adultos do concelho de Sintra e da zona sudoeste da AML;

- Dinamismo em torno da urgência da TD na maioria dos sectores profissionais; em todos estes setores o licenciado pode fazer valer as capacidades obtidas dado que o curso não está vinculado a uma só área de aplicação;

- Necessidade emergente, evidenciada pela crise pandémica, de implementar mecanismos inovadores de transformação digital que permitam às organizações (públicas e privadas) enfrentar os desafios que a TD lhes coloca; os conhecimentos e capacidades adquiridas neste curso permitem acelerar a criação e implementação desses mecanismos.

12.3. Opportunities:

- Growing demand for graduates with advanced mathematical skills, since the complexity of the problems posed by TD requires mathematical modelling and computer simulation, i.e. analysis of mathematical models as representations of reality;

- Growing demand for higher education by young people and adults from the municipality of Sintra and the northern area of AML;

- Dynamism around the urgency of TD in most professional sectors; in all these sectors the graduate can make use of the obtained skills since the programme is not bound to a single application area;

- Emerging need, evidenced by the pandemic crisis, to implement innovative digital transformation mechanisms that allow organisations (public and private) to face the challenges that DT poses to them; the knowledge and skills adequate in this course allow to accelerate the creation and implementation of those mechanisms.

12.4. Constrangimentos:

- É frequente alguma desmotivação dos jovens pela matemática o que pode dificultar o interesse por este curso;

- A abordagem de aplicações da matemática a nível do ensino básico e secundário é, de modo geral, escassa; este fator dificulta um bom conhecimento das potencialidades da matemática no mundo profissional;

- A proximidade da crise pandémica, que criou alguma instabilidade profissional e financeira, pode conduzir à escolha de cursos onde haja uma melhor definição do papel do licenciado no mundo do trabalho.

12.4. Threats:

- There is often some lack of motivation for mathematics among young people, which can hinder interest in this programme;

- The approach to the applications of mathematics at primary and secondary school level is, in general, scarce; this factor hinders a good knowledge of the potential of mathematics in the professional world;

- The proximity of the pandemic crisis, which created some professional and financial instability, may lead to the choice of courses where there is a better definition of the graduate's role in the labour market.

12.5. Conclusões:

Com a criação da escola Iscte-Sintra pretende-se promover o ensino das tecnologias digitais no quadro de um novo paradigma. Os desafios tecnológicos estão sempre inseridos em realidades humanas mais amplas marcadas por tradições culturais, por contextos organizacionais, por quadros regulamentares e políticos. Das alterações climáticas à pobreza e às doenças, da transição digital à industrialização e ao crescimento económico, os desafios dos tempos em que vivemos são inabalavelmente humanos em natureza e escala. A necessidade de formar e difundir conhecimento e competências nas áreas disciplinares STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) exige mais do que nunca a mobilização dos conhecimentos das CSH (ciências sociais e humanas), em termos de relevância e perspetivas de carreira. A oferta de cursos de licenciatura na escola Iscte-Sintra será assim totalmente nova e inovadora no domínio das tecnologias digitais, promovendo uma forte interdisciplinaridade na abordagem curricular. Esta interdisciplinaridade permite assegurar uma resposta mais adequada à natureza dos problemas e desafios sociais que hoje enfrentamos. Articuladamente, a dimensão aplicada confere ao projeto formativo da Iscte-Sintra uma reforçada proximidade aos desafios da transformação digital e da mudança organizacional e do emprego que a ela se associa.

A Escola Iscte-Sintra constitui-se, assim, como uma escola de Tecnologias Digitais como resposta aos desafios que a digitalização e a aplicação de tecnologias colocam à sociedade, abrangendo na sua intervenção os diferentes domínios em que estes se colocam. Deste modo, a Escola projeta na sua intervenção uma resposta diversificada ao desafio da digitalização e valoriza uma abordagem profissionalizante da formação. Por consagrar uma leitura integrada das dinâmicas de transformação digital, a Escola promove também uma abordagem interdisciplinar dos diferentes domínios de resposta e acolhe a interdependência do conhecimento nos seus currículos. A Escola Iscte-Sintra é, pois, uma escola de matriz interdisciplinar.

A perspetiva abrangente que convoca do processo de transição digital situa a Iscte-Sintra como um projeto de apoio ao desenvolvimento, ou seja, um quadro de intervenção ao nível do ensino superior que se guia pela preocupação de alinhar o seu contributo para o aprofundamento do conhecimento com as apostas e estratégias de ação política e empresarial. Por essa razão, a perspetiva de apoio ao desenvolvimento articula-se estreitamente com a perspetiva territorial da sua inserção, ou seja, o quadro de desenvolvimento do próprio concelho de Sintra, mas, também, da Área Metropolitana de Lisboa e, a prazo, com a presença num espaço transfronteiriço que também pretende consolidar (nomeadamente na relação com o espaço lusófono).

12.5. Conclusions:

The creation of the Iscte-Sintra School aims to boost the teaching of digital technologies under a new paradigm. Technological challenges have always been found in wider human realities marked by cultural traditions, by organisational contexts, by regulatory and political scenarios. From climate change to poverty and disease, from digital transition to industrialisation and economic growth, the challenges of our current times are unwaveringly human in nature and scale. The need to train and disseminate knowledge and skills in science, technology, engineering and mathematics (STEM) subject areas requires, more than ever before, the mobilisation of knowledge of the social and human sciences (SHS), in terms of relevance and career prospects. The offer of undergraduate courses at the Iscte-Sintra School will thus be completely new and innovative in the field of digital technologies, promoting strong interdisciplinarity in the curricular approach. This interdisciplinarity will make possible to ensure a more appropriate response to the nature of the societal problems and challenges that we currently face. Concertedly, the applied dimension gives the Iscte-Sintra training project enhanced proximity to the challenges of digital transformation and organisational change, and of employment associated to these processes.

The Iscte-Sintra School thus consists of a School of Digital Technologies designed as a response to the challenges posed by digitalisation and the application of technologies to society, with its intervention covering the different fields in which they are posed. Accordingly, in its intervention, the School projects a diversified response to the challenge of digitalisation and places value on a vocational approach of the training. In enshrining an integrated interpretation of the dynamics of digital transformation, the School also promotes an interdisciplinary approach to the different domains of response and embraces the interdependence of knowledge in its curricula. The Iscte-Sintra School is, therefore, a school with interdisciplinary foundations.

Its encompassing perspective of the digital transformation process positions Iscte-Sintra as a project supporting development, meaning a scenario of intervention at the higher education level driven by the concern to align its contribution to the intensification of knowledge through focus and strategies on policy and entrepreneurial action. For this reason, the perspective of supporting development is closely articulated with the territorial perspective of its insertion, in other words, the context of development of the actual municipality of Sintra, but also of Lisbon Metropolitan Area and, in the longer-term with its intended consolidated presence in a cross-border space (namely the Portuguese-speaking space).