

Pronúncia ao relatório preliminar da CAE

2ºC Ciência de Dados na Engenharia

NCE_18_0000084

Este relatório explica as alterações efetuadas à proposta de 2º ciclo em Ciência de Dados na Engenharia (agora “Engenharia e Ciência de Dados”) e apresenta alguns esclarecimentos adicionais, em resposta ao relatório preliminar da CAE.

As condições impostas no ponto 13.4, dizem respeito a recomendações feitas nos pontos:

- 2.3.2
- 3.4.3
- 4.11.1
- 4.11.3

Como foi observado pela CAE (2.3.2), as condições de acesso estabelecidas na proposta original, apesar de exigirem formação quantitativa, eram muito amplas. O objetivo era permitir a criação de turmas com estudantes de formações diversificadas, para promover, pela interação entre eles, uma formação mais multidisciplinar. Após reflexão, na sequência deste relatório, concordamos que essa amplitude pode tornar mais difícil que todos os estudantes atinjam os objetivos desejados. Para além disso, a redução no âmbito das condições de acesso contribui para a clarificação da estratégia da U.P. em relação a esta área científica (2ª condição).

Desta forma sugerimos que as condições de ingresso sejam as seguintes:

- Titulares do grau de licenciado ou equivalente legal na área das Engenharias, Ciências físicas, formais e aplicadas, e áreas afins. Todas estas áreas serão, de ora em diante, designadas de áreas adequadas.
- Titulares de um grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1.º ciclo de estudos em área adequada organizado de acordo com o Processo de Bolonha por um Estado aderente a este Processo.
- Titulares de um grau académico superior estrangeiro em área adequada que seja reconhecido como satisfazendo os objetivos do grau de licenciado pelo órgão científico estatutariamente competente.
- Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido como atestando capacidade para realização deste ciclo de estudos (CE) pelo órgão científico estatutariamente competente.

É requerida proficiência comprovada em Inglês.

Na sequência dos comentários apontando falta de clareza na estratégia da instituição na área do ciclo de estudos (C.E.) (3.4.3), nós apercebemo-nos de que a proposta não estava clara relativamente a esta questão e tentaremos fazê-lo melhor agora. A U.P. assume que a área de ciência de dados é uma área muito vasta que acomoda diferentes perfis profissionais, incluindo, por exemplo, os que são mais relacionados com as tecnologias de recolha, armazenamento e processamento de grandes volumes de dados (ex. *data engineers*); os que focam no desenvolvimento de modelos (ex. o papel mais frequentemente associado à expressão “cientista de dados”); os que focam na interação com os utilizadores finais (ex.

data science product owners); e também os que se dedicam à vertente mais científica de desenvolvimento de novos algoritmos e abordagens. A U.P. tem fortes competências espalhadas por várias faculdades, incluindo Engenharia (FEUP), Ciências (FCUP), Economia (FEP) e não só. Assim, em vez da integração da FEUP num dos C.E. existentes, optámos pela criação de um novo C.E., complementar aos já existentes. Assim, os 3 C.E. oferecidos pela U.P. na área têm, naturalmente, uma forte componente em ciência de dados, mas distinguem-se pelo foco, o que faz com que se dirijam a audiências diferentes: o da FEP aposta no apoio à decisão e suas ferramentas base (estatística e investigação operacional), sendo particularmente adequado para estudantes com formação nas ciências sociais; o da FCUP tem uma forte componente em ciência de computadores e matemática, e apostando que um número significativo dos seus graduados siga depois para o doutoramento; finalmente, o C.E. proposto agora, foca nos desafios que os problemas de engenharia colocam a esta ciência, com um ênfase nos sistemas e tecnologias. Parece-nos também que a condição 1 (revisão das condições de ingresso) estabelecida no relatório preliminar, ajudou a clarificar esta complementaridade.

Para reforçar a complementaridade que o âmbito dos cursos estabelece, serão articuladas várias atividades, algumas das quais já foram descritas sumariamente no pedido de acreditação, e que nos parece que, à luz do esclarecimento anterior, poderão agora ser também mais claras.

O potencial da complementaridade e articulação destes C.E., para a U.P. e para a economia local e nacional, pode ser comprovado pela existência de um número vasto de co-orientações de mestrado e doutoramento nesta área por docentes ligados a C.E. e faculdades diferentes, bem como um longo historial de colaboração científica, em grande parte permitido por a maioria desses docentes estarem integrados no INESC TEC.

As debilidades da proposta em termos das áreas científicas e do plano curricular são identificadas no ponto 4.11 e as recomendações respetivas são feitas nos pontos 4.11.1 e 4.11.3. Evitámos fazer alterações na estrutura curricular proposta originalmente por, conforme exposto anteriormente, a estrutura atual ter sido desenhada para tentar evidenciar as diferenças e complementaridade deste C.E. em relação aos C.E. relacionados que são oferecidos na U.P. Optámos antes por ajustar os conteúdos das unidades curriculares (U.C.) propostas de forma a tentar responder às questões levantadas. Mais detalhadamente:

- Nome do C.E.: apesar de ser incluído nas recomendações, concordamos com a proposta de mudar para “Engenharia e Ciência de Dados”. Uma das vantagens deste nome é ser o mesmo do curso do IST recentemente aprovado, o que facilita a procura de cursos aos estudantes interessados nesta área científica.
- Áreas científicas: a dificuldade em encontrar uma área científica adequada levou-nos a escolher ETA em várias U.C. incluídas neste C.E. Ainda assim, concordamos que a área científica das U.C. de “Preparação de Dissertação” e “Dissertação” deve ser Ciências Informáticas (CINF), tendo em conta que é de esperar que todas as dissertações realizadas tenham uma componente significativa (mesmo que não seja a principal) dessa área. Na sequência dessas alterações as Ciências Informáticas passaram a ser a área científica principal do C.E., pelo que nos parece que faz mais sentido mudar também as unidades curriculares de Fundamentos de Ciência e Engenharia dos Dados e de Laboratório de Ciência e Engenharia de Dados.

- Limitações em áreas fundamentais: o relatório aponta limitações na estrutura curricular no que diz respeito às áreas fundamentais de matemática, estatística e programação. Em primeiro lugar, gostaríamos de sublinhar que concordamos com a importância destas áreas e é por isso que a U.C. de Fundamentos de Ciência e Engenharia de Dados (FCED) tem mais créditos (12) do que as restantes (6). Pela mesma razão essa U.C. foi desenhada de forma a que o programa se adeque às limitações dos estudantes. Isto é, permitindo a cada estudante focar na matemática/estatística, programação/bases de dados ou processamento de sinal, conforme as suas necessidades. Para além disso, parece-nos que a alteração nas condições de acesso, de acordo com o relatório (condição 1), garantem que a preparação dos estudantes nestas áreas seja minimamente adequada, de forma a que a U.C. de FCED atinja os objetivos de uniformização propostos.
- Adicionalmente, o relatório indica que a componente de processamento de sinal é desnecessária. Nós defendemos que apesar de os métodos tradicionais estarem, em muitos domínios, a serem substituídas por abordagens baseadas em redes neuronais (*deep learning*) parece-nos essencial que uma formação nesta área, oferecida por uma escola de engenharia, inclua formação de base em processamento de sinal.
- U.C. Inteligência Artificial: procurámos uniformizar o nível de detalhe, tendo em conta também a profundidade planeada. Ou seja, menos detalhe em matérias abordadas com menos profundidade.
- U.C. Análise de dados complexos: esta U.C. será mais flexível, de forma a acompanhar os desenvolvimentos no estado-da-arte respetivo. Assim, optámos por descrever os conteúdos com menos detalhe, para facilitar essa adaptação. Esta estratégia foi também seguida na clarificação que procurámos fazer da diferença entre os conteúdos relativos a sistemas de recomendação dados nesta U.C. e em Introdução à Aprendizagem Computacional e Extração de Conhecimento. Assim, mudámos o conteúdo programático respetivo nesta U.C. para “Tópicos avançados em sistemas de recomendação”.
- U.C. Empreendedorismo: traduzimos vários termos que estavam em inglês mas foi ainda necessário deixar um número significativo de expressões no idioma original (por ex. nomes de metodologias) por não haver traduções consensuais ou mesmo populares para português.
- U.C. Tópicos Avançados de Apoio à Decisão: erro corrigido.
- U.C. Laboratório de Ciência e Engenharia de Dados: alterámos os conteúdos programáticos procurando clarificar a sua relação com os objetivos de aprendizagem respetivos.

This report explains the changes made to the proposal of the 2nd cycle in Data Science in Engineering (now "Data Science and Engineering") and presents some additional clarifications in response to the preliminary report of the CAE.

The conditions set out in point 13.4 relate to recommendations made under:

- 2.3.2
- 3.4.3
- 4.11.1
- 4.11.3

As noted by the CAE (2.3.2), the access conditions set out in the original proposal, although requiring quantitative training, were very broad. The objective was to allow the creation of classes with students of diversified backgrounds, to promote a more multidisciplinary education through their interaction. After some reflection, following the preliminary report, we agree that the broadness of scope may make it more difficult for all students to achieve the desired goals. In addition, the reduction in access conditions contributes to the clarification of the U.P. in relation to this scientific area (2nd condition).

In this way we suggest that the conditions of entry are as follows:

- Holders of the degree of licensee or legal equivalent in the area of engineering and sciences (physical, formal and applied), and related areas. All these areas are designated as appropriate areas from now on.
- Holders of a higher academic degree abroad conferred following a 1st cycle of studies in an appropriate area organized according to the Bologna process by a state adhering to this process.
- Holders of a higher academic degree abroad in adequate area that is recognized as satisfying the objectives of the degree of graduated by the scientific organ statutorily competent.
- Holders of a school, scientific or professional curriculum that is recognized as attesting to the ability to carry out this cycle of studies by the scientific organ statutorily competent.

Proficiency in English is required.

Following the comments pointing to a lack of clarity in the institution's strategy in the study programme (S.P.) (3.4.3), we realized that the proposal was not clear on this issue and we will try to do it better now. The U.P. assumes that the area of data science is vast, accommodating different professional profiles, including, for example, those that are most closely related to the technologies of data collection, storage and processing (eg data engineers); those that focus on model development (eg the role most often associated with the term "data scientist"); those that focus on interaction with end-users (eg data science product owners); and also those that are dedicated to the more scientific side of developing new algorithms and approaches. The U.P. has strong competencies spread across several faculties, including Engineering (FEUP), Science (FCUP), Economics (FEP) and others. Thus, instead of integrating FEUP into one of the existing S.P., we have chosen to create a new S.P., complementary to those already in existence. Thus, the 3 S.P. offered by U.P. in the area have, of course, a strong component in data science, but are distinguished by focus, which leads them to address different audiences: FEP bets on decision support and its base tools (statistics and operational research), and is particularly suitable for students with a background in the social sciences;

FCUP has a strong computer science and mathematics component, and assumes that a significant number of its graduates will follow to the PhD degree; finally, the S.P. proposed here focuses on the challenges that engineering problems pose to this scientific area, with an emphasis on systems and technologies. It also seems to us that condition 1 (revision of entry conditions) set out in the preliminary report has helped to clarify this complementarity.

In order to strengthen the complementarity that the scope of the courses establishes, several activities will be jointly organized. Some of those activities have already been summarily described in the application for accreditation, and, thus, it seems to us that, in the light of the previous clarification, their motivation may be easier to understand.

The potential of the complementarity and articulation of these S.P., both to the U.P. and to the local and national economy, can be proven by the existence of a vast number of M.Sc. and Ph.D. co-supervisions in this area by faculty from different S.P. and faculties, as well as a long history of scientific collaboration, largely due to having the majority of those faculty members at INESC TEC.

The weaknesses of the proposal in terms of the scientific areas and the curriculum are identified in section 4.11 and the corresponding recommendations are made in sections 4.11.1 and 4.11.3. We avoided making changes to the curricular structure originally proposed because, as explained above, it was designed to try to stress the differences and complementarity of this S.P. in relation to the related S.P. that are offered in the U.P. We have previously opted to adjust the course unit (C.U.) proposals to try to answer the questions raised. In more detail:

- S.P. name: although not included in the recommendations, we agree to the proposal to switch to "Data Engineering and Science". One of the advantages of this name is to be the same as the recently approved IST course, which facilitates the search of programmes by students interested in this scientific area.
- Scientific areas: the difficulty in finding a suitable scientific area has led us to choose "Engineering and related techniques" in several C.U. included in this S.P. Nevertheless, we agree that the scientific area of the C.U. of "Dissertation Preparation" and "Dissertation" should be Computer Science (CINF), taking into account that it is expected that all dissertations will have a significant (even if not the main) part from this area. As a result of these changes Computer Science became the main scientific area of the S.P., so it makes more sense to change also the C.U. of Fundamentals of Science and Data Engineering and Laboratory of Science and Data Engineering.
- Limitations in key areas: The report points out limitations in the curriculum structure with respect to the core areas of mathematics, statistics and programming. Firstly, we would like to emphasize that we agree with the importance of these areas and that is why the C.U. of Science and Data Engineering (FCED) has more credits (12) than the others (6). For the same reason this C.U. was designed in such a way that the program fits the needs of the students. That is, it allows each student to focus on mathematics / statistics, programming / databases or signal processing, according to their needs. In addition, it seems to us that the change in access conditions, following the recommendations in the report (condition 1), ensure that the preparation of students in these areas is minimally adequate, so that the C.U. of FCED achieves the proposed uniformization objectives.

- The report also indicates that the signal processing component is unnecessary. We argue that although traditional methods are being replaced by deep learning approaches in many areas, it seems essential to us that a programme offered by an engineering school in this area should include basic training in signal processing.
- C.U. Artificial Intelligence: we tried to standardize the level of detail, taking into account also the planned depth. That is, less detail is given in parts covered with less depth.
- C.U. Complex data analysis: this C.U. will be flexible in order to keep up with developments in the relevant state-of-the-art. Thus, we chose to describe the contents in less detail, to simplify this adaptive strategy. A similar approach was also followed in the clarification that we tried to make about the difference between the contents regarding the recommender systems given in this C.U. and in Introduction to Computational Learning and Knowledge Extraction. Thus, we have changed the respective program content in this C.U. for "Advanced topics in recommender systems".
- C.U. Entrepreneurship: We translated several English expressions, but it was still necessary to leave a significant number of expressions in the original language (eg names of methodologies) because there are no consensual or even popular translations into Portuguese.
- C.U. Advanced Decision Support Topics: Fixed error.
- C.U. Laboratory of Science and Data Engineering: we have modified the programmatic contents in order to clarify their relationship with the corresponding learning objectives.

Nova Estrutura Curricular e Plano de Estudos / New Curricular Structure and Syllabus

Área Científica/Scientific Area	Sigla/Acronym	ECTS Obrigatórios/ Mandatory ECTS	ECTS Optativos /Optional ECTS*
Informática	INF	18	0
Ciências informáticas	CINF	96	0
Qualquer área científica da UPorto (nível 2º ciclo)/Gestão e Administração/Ciências Informáticas	QACUP/GADM/CINF		6
TOTAL:		114	6

1º Ano/1º Semestre

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS
Fundamentos de Ciência e Engenharia	CINF	semestral	324	TP - 84	12

dos Dados/Fundamental s of Data Science and Engineering					
Introdução à Aprendizagem Computacional e Extração de Conhecimento/ Introduction to machine learning and data mining	CINF	semestral	162	TP - 42	6
Sistemas Analíticos de Apoio à Decisão/ Analytical decision support systems	CINF	Semestral	162	TP - 42	6
Visualização e Preparação de Dados/ Data Preparation and Visualization	INF	semestral	162	TP - 42	6

1º Ano/2º Semestre

Armazéns de Dados /Data Warehouses	INF	Semestral	162	TP - 42	6
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	CINF	semestral	162	TP - 42	6
Engenharia de Grandes Dados / Big Data Engineering	INF	Semestral	162	TP - 42	6
Laboratório de Ciência e Engenharia de Dados/ data science & engineering lab	CINF	Semestral	324	PL - 84	12

2º Ano/1º Semestre

Visão por Computador/Computer Vision	CINF	Semestral	162	TP - 42	6	
Tópicos Avançados de Aprendizagem Computacional/ Advanced Topics on Machine Learning	CINF	Semestral	162	TP - 42	6	
Análise de Dados Complexos/Analysis of complex data	CINF	Semestral	162	TP - 42	6	
Preparação de Dissertação/ Preparation of dissertation	CINF	Semestral	162	OT - 42	6	

Tópicos Avançados de Inteligência Artificial / Advanced Topics on Artificial Intelligence	CINF	Semestral	162	42 TP	6	Optativa
Tópicos Avançados de Sistemas Inteligentes / Advanced Topics on Intelligent Systems	CINF	Semestral	162	42 TP	6	Optativa
Tópicos Avançados de Apoio à Decisão / Advanced Topics on Decision Support	CINF	Semestral	162	42 TP	6	Optativa
Empreendedorismo / Entrepreneurship	GADM	Semestral	162	42 TP	6	Optativa
Qualquer unidade curricular de U.Porto (2º ciclo)* / Any course of U. Porto (2nd cycle)*	QACUP	Semestral	162	Depende da UC escolhida	6	Optativa

* Sujeita a aprovação prévia do Diretor do ciclo de estudos.

2º Ano/2º Semestre

Dissertação/ Dissertation	CINF	Semestre	810	OT - 28	30
---------------------------	------	----------	-----	---------	----

Campos das Fichas das Unidades Curriculares Revistas

3.3.1. Unidade curricular (designação em português e inglês):

Análise de dados complexos / Analysis of complex data

(...)

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes) /

Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Nota: A informação deverá incidir não sobre os objetivos da própria UC mas sim sobre os objetivos de aprendizagem (isto é, os conhecimentos, aptidões e competências que se espera que, no final da UC, os estudantes tenham adquirido).

(...)

ENG

The general aim of the course is to create skills in the treatment of complex data. The goal is to develop the ability to process data that are not simply table of i.i.d. observations. The types of complex data (CD) covered include those that are important today (graphs, and spatio-temporal data). However, the course will be flexible to accommodate new types or sources of data. Students will be prepared for the development of techniques for new types of data that they are confronted with in their professional lives.

The learning outcomes are:

LO1. understand the nature of common complex data types and their impact on data analysis methodologies, in particular regarding algorithms and evaluation.

LO2. understand the most popular approaches as well as the state of the art for analyzing the most common types of complex data.

LO3. configure and use technologies for analysis of complex data types.

LO4. develop (create / adapt) methodologies for analysis of new types and sources of complex data.

3.3.5. Conteúdos programáticos / Syllabus

PT

CP1. Tópicos avançados em sistemas de recomendação

CP2. Processamento de linguagem natural/*Text mining*

CP3. Análise de Redes Sociais/*Social network analysis*

CP4. Análise de dados multi-relacionais/*Inductive Logic Programming*

CP5. Análise de dados espaço-temporalmente referenciados

CP6. Tendências em análise de dados complexos

ENG

CP1. Advanced topics in recommender Systems

CP2. Natural Language Processing/*Text mining*

CP3. Social network analysis

CP4. Multirelational data analysis/*Inductive Logic Programming*

CP5. Analysis of spatio-temporal data

CP6. Trends in analysis of complex data

3.3.9. Bibliografia principal:

Aggarwal, C. C. (2015). *Data Mining: The Textbook*. Springer International Publishing.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-14142-8>

Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data Mining* (3rd ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-61819-5>

Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). *Networks, Crowds, and Markets*. Cambridge: Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/CBO9780511761942>

Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*,

349(6245), 255–260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>

3.3.1. Unidade curricular (designação em português e inglês):

Empreendedorismo/ Entrepreneurship

(...)

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes) /

Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Nota: A informação deverá incidir não sobre os objetivos da própria UC mas sim sobre os objetivos de aprendizagem (isto é, os conhecimentos, aptidões e competências que se espera que, no final da UC, os estudantes tenham adquirido).

PT

Parte 1

Explicar os componentes da inovação

Comparar conceitos de inovação tecnológica, social e cultural

Explicar o conceito de Empreendedorismo

Descrever/reconhecer o comportamento e pensamento empreendedor

Explicar o conceito e descrever as fontes de oportunidade

Reconhecer o processo de modelar e remodelar oportunidade

Parte 2

Preparar/operar ações p/ gerar oportunidades de inovação a partir de tendências

A partir de um problema, preparar/operar ação de inovação orientada ao utilizador p/ gerar oportunidades de inovação

Preparar/operar ação de “Design Thinking” p/ novo conceito integrando um plano de desenvolvi/ de tecnologia

Preparar/executar processo de “Technology (T) Push”, envolvendo Preparar, Planear e Esboçar a entrevista c/ investigador; avaliação [grosseira] atratividade de mercado; usar Canvas Proposta de Valor (PV) p/ desenvolver a PV de produto (P) p/ um Mercado (M); realizar “cold-calls” para avaliar a atratividade da Proposta de Valor para um Mercado.

ENG

Part 1

Explain & describe components of Innovation

Compare concepts of technological, social & cultural innovation

Explain the concept of Entrepreneurship

Describe & Recognize the Entrepreneurial behaviour & mindset

Explain concept & Describe sources of opportunity

Recognize process of shaping and reshaping of the opportunity

Part 2

Prepare & operate workshop involving the generation of Trend-Driven innovation opportunities

Starting from a problem, prepare & operate User-Driven innovation workshop to generate innovation opportunities

Prepare & operate a Design Thinking workshop for a new concept integrating a Technology development roadmap

Prepare & Perform to full “Technology (T) Push” process, involving Prepare, Plan & Sketch interview w/ a researcher; [Early] Market attractiveness appraisal; Use Value Proposition (VP) Canvas to Develop the VP of a particular product (P) to a Market (M); Perform cold-calls to assess the Value Proposition attractiveness to a Market.

3.3.5. Conteúdos programáticos / Syllabus

PT

Parte 1

1. O que é inovação? O que é Empreendedorismo?
2. O Poder do Empreendedorismo.
3. O Processo Empreendedor e a mentalidade do empreendedor - Estudos de Caso
4. Reconhecimento da Oportunidade e a sua formatação e re-formatação: a Multiplicação de ideias. A sua ideia é oportunidade?
5. Introdução ao conceito de modelo de negócio (Ontologia do Modelo de Negócio e outros modelos)

Parte 2

6. Inovação guiada por tendências
7. Estratégias de inovação orientadas ao utilizador: “Design Thinking”, “Lean Start-up”, “Lead User Method”
8. Abordagens práticas para a interação entre o empreendedor e o Inventor / Equipa de Investigação no processo de comercialização de tecnologia.
9. “Technology Push”: Metodologia “Technology-Product-Market” (TPM).
10. T-Plan - Metodologia de “Road-mapping”

ENG

(...)

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular / Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes.:

PT

A Parte 1 do programa permitem introduzir conceitos, relevar o valor económico e social da atividade de empreendedorismo e falar de inovação como fator crítico de sucesso. Trata-se ainda de compreender o papel das pessoas no processo de empreendedorismo, permitindo trabalhar a motivação e as competências pessoais. A Parte 2 quatro introduz metodologias e ferramentas para a geração de oportunidades de inovação. Os estudantes exercitam diferentes metodologias e ferramentas de suporte ao processo de geração e validação de propostas de valor partindo de uma tecnologia (TPM), de uma ideia, de uma tendência, de um processo orientado ao utilizador. A realização de exercícios em situações reais, permite a aquisição de competências de alto nível da taxonomia de Bloom.

ENG

(...)

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) /Teaching methodologies (including evaluation):

PT

Teremos em cada sessão períodos para a introdução de conceitos, geralmente blocos com a duração de 30 a 45 minutos, em conjunto com outros períodos de duração semelhante para exercícios práticos ou apresentação / discussão de casos para explorar em profundidade os temas discutidos.

1) Avaliação individual

A1: Trabalho #1: Entrevista... um empreendedor!

2) Avaliação da Equipa:

A2: Trabalho T #2: Definição do Problema & Ideação / Etnografia & Entrevistas

A3: Trabalho em Aula #1 Pensar como um designer... Metodologia "T-Plan Road-mapping"

A4: Trabalho #3: TPM

A5: Trabalho em Aula #2: Inovação Guiada por Tendências

Nota Final = 20% * A1 + 30% * A2 + 10% * A3 + 30% * A4 + 10% * A5

ENG

We will have in each lecture periods for introducing concepts, typically blocks with the duration of 30 to 45 minutes, combined with other periods of similar duration for practical exercises or case presentation/discussions to explore in-depth the discussed topics.

1) Individual assessment

A1: ASSIGNMENT #1: INTERVIEW... .. an entrepreneur!

2) Team Assessment:

A2: ASSIGNMENT #2: Problem Statement & Ideation / Ethnography & Interviewing

A3: Class Assignment #1 THINKING LIKE A DESIGNER... T-Plan Road-mapping Methodology

A4: Assignment #3: TPM

A5: Class Assignment #2: Trend Driven Innovation

Nota Final = 20% * A1 + 30% * A2 + 10% * A3 + 30% * A4 + 10% * A5

(...)

3.3.1. Unidade curricular (designação em português e inglês):

Inteligência Artificial / Artificial Intelligence

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Luís Paulo Gonçalves dos Reis (TP: 42h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

NA

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes) /

Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Nota: A informação deverá incidir não sobre os objetivos da própria UC mas sim sobre os objetivos de aprendizagem (isto é, os conhecimentos, aptidões e competências que se espera que, no final da UC, os estudantes tenham adquirido).

PT

Os estudantes que concluírem com sucesso esta UC, deverão ser capazes de:

- Compreender os fundamentos da Inteligência Artificial e dos Sistemas Inteligentes, o que os caracteriza e distingue, qual a sua aplicabilidade e onde os encontramos no nosso quotidiano.
- Compreender a noção de Agente computacional e de Sistema Multi-Agente e ser capazes de projetar e implementar Agentes e Sistemas Multi-Agente para resolver diferentes problemas.
- Aprender métodos e algoritmos de Resolução de Problemas, com e sem Adversários, utilizando o Conhecimento na resolução de problemas complexos.
- Aprender métodos básicos de Representação do Conhecimento e Raciocínio utilizando diferentes formalismos.
- Compreender tópicos avançados em Inteligência Artificial e ser capaz de formular uma visão sobre o futuro da IA e as suas aplicações práticas agora e no futuro.

ENG

Students who successfully complete this unit should be able to:

- Understand the fundamentals of Artificial Intelligence and Intelligent Systems, what characterizes and distinguishes them, their applicability and where we find them in our daily lives.
- Understand the notion of Agent and Multi-Agent System and be able to design and implement Agents and Multi-Agent Systems to solve different problems.
- Learn methods and problem solving algorithms, with and without adversaries, using knowledge, for solving complex problems.
- Learn basic methods of Knowledge Representation and Reasoning using different formalisms.
- Understand some Advanced Topics in Artificial Intelligence and be able to formulate a vision about the future of AI and its practical applications now and in the future.

3.3.5. Conteúdos programáticos / Syllabus

PT

- Introdução à Inteligência Artificial (IA): Fundamentos; Âmbito; História; Problemas e Abordagens.
- Agentes Inteligentes e Sistemas Multi-Agente (SMA): Agentes; Ambientes; Arquiteturas de Agentes; SMA (Arquiteturas, Comunicação e Coordenação).
- Resolução de Problemas: Formulação de Problemas; Espaço de Estados; Pesquisa Não Informada: Primeiro em Largura, Primeiro em Profundidade, Aprofundamento Iterativo, Bidirecional; Pesquisa Inteligente: Gulosa, Algoritmo A*; Pesquisa com Adversários: Jogos, Minimax, Cortes Alfa-Beta. Optimização e Meta-heurísticas.
- Representação do Conhecimento e Raciocínio: Lógica Proposicional e de Predicados; Programação em Lógica e com Restrições; Engenharia do Conhecimento.
- Breve Introdução a Tópicos Avançados em AI. Planeamento e Escalonamento: Geração Automática de Planos; Notação Alfa/Beta/Gama; Problemas e Algoritmos de Escalonamento. Robótica Inteligente: ROS;

Percepção/Ação; SLAM; Navegação; Aprendizagem em Robôs; Interação e Cooperação Humano-Robô.
Simulação Inteligente: Modelação; Ciclo de Vida da Simulação; Técnicas e Ferramentas de Simulação. IA Fraca/Forte. Futuro da IA. IA e a Sociedade. IA Explicável. Aplicações de AI.

ENG

- Introduction to Artificial Intelligence (AI): Foundations; Scope; History; Problems and Approaches of AI.
- Intelligent Agents and Multi Agent Systems (MAS): Agent Concept; Environments; Agent Types; MAS: (Architectures, Communication, Coordination).
- Problem Solving: Problem Formulation; State Space; Uninformed Search: Breadth First, Depth First, Iterative Deepening, Bidirectional; Informed/Intelligent Search: Greedy Search, A * Algorithm. Adversarial Search: Games, Minimax, Alpha-Beta Cuts. Optimization and Metaheuristics.
- Knowledge Representation and Reasoning: Propositional Logic and Predicate Logic; Logic Programming and Constraint Programming; Knowledge Engineering.
- Short Introduction to Advanced Topics in AI. Planning and Scheduling: Automatic Plan Generation; Alpha/Beta/Gamma Notation; Scheduling Problems and Algorithms. Intelligent Robotics: ROS; Perception/Action; SLAM; Navigation; Robot Learning; Human-Robot Interaction and Cooperation. Intelligent Simulation: Modeling; Simulation Life-Cycle; Simulation Techniques and Tools. Weak/Strong AI. Future of AI. AI and the Society. Explainable AI. Applications of AI.

(...)

3.3.1. Unidade curricular (designação em português e inglês):

Laboratório de ciência e engenharia de dados/data science & engineering lab

(...)

3.3.5. Conteúdos programáticos / Syllabus

PT

O Laboratório de ciência e engenharia de dados/data science & engineering lab obedecerá a um programa de trabalho particular definido de acordo com o projeto a desenvolver e o contexto em que o mesmo se insere.

Os conteúdos programáticos técnicos serão definidos de acordo com esse projecto, e o projecto será executado em equipa de tamanho médio.

No entanto, de uma forma geral o projeto a desenvolver acomodará as seguintes tarefas:

- Definição detalhada do problema a analisar e do seu contexto
- Desenvolvimento do modelo de resolução do problema
- Análise dos algoritmos relevantes
- Preparação dos dados
- Implementação e afinação dos algoritmos

- Obtenção, avaliação e interpretação de resultados
- Elaboração do relatório síntese

O Laboratório de ciência e engenharia de dados/data science & engineering lab envolverá colaboradores das organizações alvo do projeto, por forma a garantir a aplicabilidade das soluções desenvolvidas. Neste contexto, e para garantir o sucesso do projecto, serão abordados conteúdos da área de gestão de projectos, nomeadamente: planeamento, monitorização, início e fecho de projecto; trabalho em equipa e relação com o cliente; metodologias e ferramentas de gestão de projecto; estudo de caso.

ENG

The Data Science & Engineering Lab will follow a work program adapted to a concrete project proposed by an external organisation. The technical programatic contents will be defined according to this project. The project will be executed in a medium-sized team.

In general, the project will accommodate the following tasks:

- Detailed definition of the problem and its context
- Development of problem solving model
- Analysis of relevant algorithms
- Data preparation
- Implementation and fine tuning of algorithms
- Obtaining, evaluating and interpreting results
- Preparation of the synthesis report

The Data Science & Engineering lab will involve collaborators of the target organization, in order to guarantee the applicability of the solutions developed. In this context, and to ensure project success, programatic contents of the area of project management will also be covered, namely: planning, monitoring, start and closing of a project; teamwork and customer relationship; project management methodologies and tools; case studies.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular / Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.:

PT

Os LO desta UC são atingidos através da aplicação dos LO das outras UC do curso num contexto real concreto e um cliente final externo ao contexto académico. Em grande parte, os LO serão atingidos através do contacto directo com problemas reais e a possibilidade de aplicar conhecimento prévio em situações concretas.

A contribuição para os LO é (* significa todos os valores possíveis):

LO1: O contacto com casos de estudo e o caso do projeto, nomeadamente a definição do problema e requisitos, permitem desenvolver as competências relativas às metodologias e ferramentas [o que é isto exactamente?];

LO2: A análise de resultados permite aprofundar o conhecimento das técnicas e a sensibilidade para escolha das mais adequadas a cada situação;

LO3: O projeto implica a configuração e utilização de ferramentas de ciência e engenharia de dados, consolidando os conhecimentos prévios;

LO4: A análise dos resultados permite aprofundar o conhecimento das técnicas estatísticas respetivas;

LO5: A análise dos resultados obriga a perceber e adotar a perspetiva do domínio de aplicação;

LO6: A utilização das metodologias de análise de dados aprendidas será adaptada ao contexto do projeto;

LO7: O desenrolar do trabalho e equipa para solucionar um problema real permitirá aplicar as várias técnicas de gestão e planeamento de projecto, bem como usar ferramentas de apoio.

Existe ainda um efeito de aprendizagem cruzada entre os vários projectos desenvolvidos pelas diferentes equipas, já que cada grupo vai também acompanhando as dificuldades e aprendizagens das outras equipas.

ENG

The LOs of this UC are achieved through the application of the LOs of the other UCs of the program in a concrete real context with a final client external to the academic context. To a large extent, LOs will be reached through direct contact with real problems and the experience of applying prior knowledge in concrete situations.

The contribution to LOs is:

LO1: The contact with case studies and the case of the project, namely the problem definition and requirements, allow to develop the skills problem identification and modelling;

LO2: The results analysis allows to deepen the knowledge of the techniques and the sensitivity to choose the most appropriate to each situation;

LO3: The project involves the configuration and application of methodologies and tools of data science and engineering, consolidating previous knowledge;

LO4: The result analysis allows to deepen the understanding and intuition of statistical techniques and metrics;

LO5: The result analysis compels to perceive and adopt the perspective of the application domain;

LO6: Modelling and solving a concrete problem will develop the ability of adapting the data analysis methodologies learned to the project context;

LO7: The development of the project as team work to solve a real problem will allow to apply the various management techniques and project planning, as well as to use support tools.

Additionally, there is a cross-learning effect between the various projects developed by the different teams, as each group follows the difficulties and learnings of the other teams.

(...)

3.3.1. Unidade curricular (designação em português e inglês):

Tópicos Avançados de Apoio à Decisão (Advanced Topics on Decision Support)

(...)

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) /Teaching methodologies (including evaluation):

PT

As aulas serão organizadas em torno de períodos expositivos, em oposição ao trabalho em casa que será organizado em torno de trabalhos e que, portanto, terá lugar fora do horário letivo.

Uma grande interação e participação dos estudantes será procurada nas aulas, levando a um real ambiente de aprendizagem ativa. Em concreto, serão utilizadas as seguintes estratégias de aprendizagem:

- Discussão em grupo de artigos científicos
- Discussão e resolução de pequenos problemas
- Exploração de caminhos alternativos para o desenvolvimento de problemas- Resolução de um projeto de otimização

As componentes de avaliação são as seguintes:

- Trabalho individual de escrita de um artigo que reporte a implementação de uma metaheurística com base em estrutura de vizinhança sobre um problema específico relacionado a área do projeto de mestrado do estudante (peso de 70%)
- Trabalho de grupo de implementação de uma metaheurística populacional (peso de 30%)

A cada componente será atribuída uma classificação e a nota final será calculada como a média ponderada de todas as componentes.

ENG

Classes will be mainly organized as lectures, in opposition to home work that will mainly be organized around assignments and therefore will take place in off class periods. A strong interaction and participation of students, leading to a real active learning environment, will be sought in the lectures. In concrete the following learning strategies will be used: - Group discussion based on scientific papers - Small problems discussion and resolution - Exploitation of alternative problem development paths- Resolution of an optimization project

The components for student evaluation are:

- Individual work assignment on the preparation of a scientific paper that reports the implementation of a neighborhood-based search to an optimization problem of the M.Sc. project of the student (weight of 70%)
- Group work (weight of 30%), about the implementation of the population metaheuristics.

Each component will be graded and the final score will be calculated as the weighted average of all components.

(...)