

ACEF/1819/0209152 — Guião para a auto-avaliação

I. Evolução do ciclo de estudos desde a avaliação anterior

1. Decisão de acreditação na avaliação anterior.

1.1. Referência do anterior processo de avaliação.

ACEF/1213/09152

1.2. Decisão do Conselho de Administração.

Acreditar

1.3. Data da decisão.

2014-09-16

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE.

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE (Português e em Inglês, PDF, máx. 200kB).

[2._SinteseAlteracoes_v4.pdf](#)

3. Alterações relativas à estrutura curricular e/ou ao plano de estudos(alterações não incluídas no ponto 2).

3.1. A estrutura curricular foi alterada desde a submissão do guião na avaliação anterior?

Não

3.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.

<sem resposta>

3.1.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.

<no answer>

3.2. O plano de estudos foi alterado desde a submissão do guião na avaliação anterior?

Não

3.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.

<sem resposta>

3.2.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.

<no answer>

4. Alterações relativas a instalações, parcerias e estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem (alterações não incluídas no ponto 2)

4.1. Registaram-se alterações significativas quanto a instalações e equipamentos desde o anterior processo de avaliação?

Não

4.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma breve explanação e fundamentação das alterações efetuadas.

<sem resposta>

4.1.1. If the answer was yes, present a brief explanation and justification of those modifications.

<no answer>

4.2. Registaram-se alterações significativas quanto a parcerias nacionais e internacionais no âmbito do ciclo de estudos desde o anterior processo de avaliação?

Não

4.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

<sem resposta>

4.2.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

<no answer>

4.3. Registaram-se alterações significativas quanto a estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem desde o anterior processo de avaliação?

Não

4.3.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

<sem resposta>

4.3.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

<no answer>

4.4. (Quando aplicável) registaram-se alterações significativas quanto a locais de estágio e/ou formação em serviço, protocolos com as respetivas entidades e garantia de acompanhamento efetivo dos estudantes durante o estágio desde o anterior processo de avaliação?

Não

4.4.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

<sem resposta>

4.4.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

<no answer>

1. Caracterização do ciclo de estudos.

1.1 Instituição de ensino superior.

Universidade De Coimbra

1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)

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

1.3. Ciclo de estudos.

ENGENHARIA INFORMÁTICA

1.3. Study programme.

Informatics Engineering

1.4. Grau.

Licenciado

1.5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (PDF, máx. 500kB).

[1.5_3_Desp_12841_2013_8_10_altera_ciclo_estudos_licenciatura_engenharia_informatica.pdf](#)

1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.

Informática

1.6. Main scientific area of the study programme.

Informatics

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

480

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

520

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

-

1.8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau.

180

1.9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 63/2016 de 13 de setembro):

3 anos - seis semestres

1.9. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 63/2016, of September 13th):

3 years - 6 semesters

1.10. Número máximo de admissões.

130

1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.

165

A solicitação do aumento de vagas acreditadas tem como fundamento o facto de passarem a estar ali consideradas as vagas do Concurso Nacional de Acesso, dos Regimes Especiais e dos diversos Concursos Especiais.

1.10.1. Intended maximum enrolment (if different from last year) and respective justification.

165

The request for the increase of accredited maximum number of admissions is based on the fact that the admissions of the National Access Contest, the Special Regimes and the various Special Contests are now considered there.

1.11. Condições específicas de ingresso.

Um dos seguintes conjuntos:

Matemática A (19)

ou

Física e Química (07)e

Matemática A (19)

1.11. Specific entry requirements.

One of the following sets:

Mathematics A (19)

or

Physics and Chemistry (07) and

Mathematics A (19)

1.12. Regime de funcionamento.*Diurno***1.12.1. Se outro, especifique:**

--

1.12.1. If other, specify:

--

1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:*Universidade de Coimbra***1.14. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB).**[1.14._Regulamento_Creditacao_Formacao_Anterior_Experiencia_Profissional_UC.pdf](#)**1.15. Observações.**

- *O código CNAEF principal foi alterado para 480 e o secundário para 520. Estes códigos descrevem melhor a natureza do curso, visto tratar-se de um curso da área de Informática, sendo também uma Engenharia.*
- *Uma vez que o sistema interno de garantia da qualidade da UC produz regularmente, para diversos contextos, dados consistentes e fiáveis para o último ano letivo fechado, optou-se por tomar como ano de referência (ano n) para os dados das secções 5.1, 5.2, 6.1.1, 6.3.1 e 8 o ano letivo de 2017/18.*

1.15. Observations.

- *The main CNAEF code was changed to 480 and the secondary to 520. These codes are more adequate for the area of Informatics and for an Engineering graduation.*
- *Since UC's internal system of quality assurance regularly produces, to various purposes, robust and trustworthy data for the last completed academic year, we chose as reference for the data (year n) in sections 5.1, 5.2, 6.1.1, 6.3.1 and 8 the academic year of 2017/18.*

2. Estrutura Curricular. Aprendizagem e ensino centrados no estudante.**2.1. Percursos alternativos, como ramos, variantes, áreas de especialização de mestrado ou especialidades de doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável)**

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

Opções/Ramos/... (se aplicável):

Options/Branches/... (if applicable):

<sem resposta>

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

2.2. Estrutura Curricular -**2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável).**

<sem resposta>

2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)

<no answer>

2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained

before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Matemática / Mathematics	MAT	24	0	
Física / Physics	FIS	6	0	
Informática / Informatics	INF	138	0	
Economia, Gestão e Ciências Sociais Economy, Management and Social Sciences	EGCS	12	0	
(4 Items)		180	0	

2.3. Metodologias de ensino e aprendizagem centradas no estudante.

2.3.1. Formas de garantia de que as metodologias de ensino e aprendizagem são adequadas aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, favorecendo o seu papel ativo na criação do processo de aprendizagem.

A UC garante o alinhamento na definição das Fichas de Unidade Curricular, de forma que os objetivos de aprendizagem, competências, métodos de ensino e avaliação sejam coerentes. O Conselho Científico analisa e valida as FUC e o Conselho Pedagógico analisa e discute estas matérias. Procurou-se ainda garantir a promoção desta adequação através da análise dos resultados dos inquéritos pedagógicos e definição de ações de melhoria, quando aplicável – estes inquéritos avaliam a perceção dos estudantes sobre os resultados da aprendizagem alcançados, sendo solicitada a apreciação média global dessas aprendizagens. Adicionalmente, ainda no âmbito dos inquéritos, os comentários dos estudantes e docentes são analisados e classificados, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de ensino e aprendizagem e sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos. Esta informação é utilizada pela Coordenação do C.E. e Direção da UO, para definir e implementar melhorias.

2.3.1. Means of ensuring that the learning and teaching methodologies are coherent with the learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be achieved by students, favouring their active role in the creation of the learning process.

The UC guarantees the alignment in the definition of the Course Unit Files (CUF) so that the learning outcomes, skills, teaching methods and evaluation are coherent. The Scientific Council analyzes and validates the CUF and the Pedagogical Council analyzes and discusses these matters. It was also sought to ensure the promotion of this adequacy by analyzing the results of the pedagogical surveys and defining improvement actions, when applicable - these surveys assess the students' perception of the learning outcomes achieved and the overall average appraisal of the learning is requested. Additionally, still in the scope of the surveys, the comments of the students and teachers are analyzed and classified, allowing the identification of aspects to be adjusted in teaching and learning methodologies and their adequacy to the defined learning outcomes. This information is used by the Coordination of the Study Programme and the Direction of the Faculty to define and implement improvements.

2.3.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.

A UC procura, desde logo, garantir esta verificação através da aplicação do inquérito pedagógico, sendo solicitado a estudantes e docentes que avaliem a adequação da carga de esforço exigida (se foi ligeira, adequada, moderadamente pesada ou excessiva). Também em termos de análise qualitativa, os comentários submetidos por estudantes e docentes são analisados, o que permite identificar e atuar em situações de eventual desadequação da carga de esforço necessária.

2.3.2. Means of verifying that the required average student workload corresponds to the estimated in ECTS.

The UC seeks, first and foremost, to guarantee this verification through the application of the pedagogical survey, where students and teachers are asked to assess the adequacy of the required workload (whether it was low, adequate, moderately heavy or excessive). Also in terms of qualitative analysis, the comments submitted by students and teachers are analyzed, which allows identifying and acting in situations of possible inadequacy of the necessary workload.

2.3.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem.

A UC garante o alinhamento na definição das Fichas de Unidade Curricular, de forma que os objetivos de aprendizagem, competências, métodos de ensino e avaliação sejam coerentes. O Conselho Científico analisa e valida as FUC e o Conselho Pedagógico analisa e discute estas matérias. Procurou-se ainda garantir a promoção desta adequação através da análise dos resultados dos inquéritos pedagógicos e definição de ações de melhoria, quando aplicável – estes inquéritos avaliam a perceção dos estudantes sobre os resultados da aprendizagem alcançados,

sendo solicitada a apreciação média global dessas aprendizagens. Adicionalmente, ainda no âmbito dos inquéritos, os comentários dos estudantes e docentes são analisados e classificados, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de ensino e aprendizagem e sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos. Esta informação é utilizada pela Coordenação do C.E. e Direção da UO, para definir e implementar melhorias.

2.3.3. Means of ensuring that the student assessment methodologies are aligned with the intended learning outcomes.

The UC guarantees the alignment in the definition of the Course Unit Files (CUF) so that the learning outcomes, skills, teaching methods and evaluation are coherent. The Scientific Council analyzes and validates the CUF and the Pedagogical Council analyzes and discusses these matters. It was also sought to ensure the promotion of this adequacy by analyzing the results of the pedagogical surveys and defining improvement actions, when applicable - these surveys assess the students' perception of the learning outcomes achieved and the overall average appraisal of the learning is requested. Additionally, still in the scope of the surveys, the comments of the students and teachers are analyzed and classified, allowing the identification of aspects to be adjusted in teaching and learning methodologies and their adequacy to the defined learning outcomes. This information is used by the Coordination of the Study Programme and the Direction of the Faculty to define and implement improvements.

2.4. Observações

2.4 Observações.

-

2.4 Observations.

-

3. Pessoal Docente

3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

Coordenador/Coordinator:

Filipe João Boavida de Mendonça Machado de Araújo, Professor Auxiliar com Nomeação Definitiva, Exclusividade/Tenured Assistant Professor. Full-Time.

Vice-coordenador/Vice-Coordinator:

Vasco Nuno Sousa Simões Pereira, Professor Auxiliar, Exclusividade/Assistant Professor. Full-Time.

3.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

3.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Alberto Jorge Lebre Cardoso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Álvaro Manuel Reis da Rocha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Tecnologias e Sistemas de Informação	100	Ficha submetida
António Dourado Pereira Correia	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Original: Automatique (França) Equivalência: Engenharia Electrotécnica - Instrumentação e Controlo	100	Ficha submetida
António Jorge da Costa Granjal	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências e Tecnologias da Informação	100	Ficha submetida
António José Nunes Mendes	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida

Bernardete Martins Ribeiro	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica, Especialidade de Informática	100	Ficha submetida
Bruno Miguel Brás Cabral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Carla Sofia da Silva Ferreira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Língua Portuguesa: investigação e ensino	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Mira da Fonseca	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Automatic Control and Systems Engineering	100	Ficha submetida
Carlos Nuno Bizarro e Silva Laranjeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências e Tecnologias da Informação	100	Ficha submetida
César Alexandre Domingues Teixeira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrónica e Computação (Especialidade: Processamento de Sinal Biomédico)	100	Ficha submetida
Cristina Maria Tavares Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
David Emanuel Dias Fernandes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	15	Ficha submetida
Dmitry Vorotnikov	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Edmundo Heitor da Silva Monteiro	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica - Especialidade de Informática	100	Ficha submetida
Ernesto Jorge Fernandes Costa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Fernando Amílcar Bandeira Cardoso	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Ciências da Engenharia, especialidade em Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Fernando Jorge Penousal Martins Machado	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática - Inteligência Artificial	100	Ficha submetida
Fernando José Barros Rodrigues da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Fernando Pedro Lopes Boavida Fernandes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Informática	100	Ficha submetida
Filipe João Boavida de Mendonça Machado de Araújo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Gonçalo Nuno Travassos Borges Alves da Pena	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Henrique Santos do Carmo Madeira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Informática	100	Ficha submetida
Hugo Ricardo Gonçalo Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências da Computação / Inteligência Artificial	100	Ficha submetida
João Miguel Dias Ferreira Nogueira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
João Paulo da Silva Machado Garcia Vilela	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciência de Computadores	100	Ficha submetida
João Paulo de Sousa Ferreira Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Joel Perdiz Arrais	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Informática	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Oliveira Henriques	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida

Jorge Manuel Senos da Fonseca Picado	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Matemática Pura	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Sentieiro Neves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Jorge Miguel Sá Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Júlio Severino Neves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática, Análise Funcional - Teoria de Espaços de Funções	100	Ficha submetida
Licínio Gomes Roque	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Luís Filipe dos Santos Coelho Paquete	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Informática	100	Ficha submetida
Luís Miguel Machado Lopes Macedo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Marco Paulo Amorim Vieira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Informática	100	Ficha submetida
Maria Helena Almeida Vieira Alberto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Maria José Patrício Marcelino	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Marília Pascoal Curado	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Mário Alberto da Costa Zenha Rela	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Nuno António Marques Lourenço	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Ciências e Tecnologias da Informação	100	Ficha submetida
Nuno Manuel dos Santos Antunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Information Science and Technology	100	Ficha submetida
Nuno Miguel Cabral Carreira Coelho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Belas Artes ? Arte Contemporânea / Design	100	Ficha submetida
Nuno Miguel Mendonça da Silva Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Olga Maria da Silva Azenhas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática (Especialidade Álgebra)	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre Ferreira Simões	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Paulo dos Santos Antunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Paulo Fernando Pereira de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Paulo José Osório Rupino da Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática - Sistemas de Informação	100	Ficha submetida
Pedro José Mendes Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Henriques da Cunha Abreu	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Pedro Nuno San-Bento Furtado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Engenharia Informatica	100	Ficha submetida
Raul André Brajczewski Barbosa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Rodrigo Farinha Matias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Álgebra e Teoria de Números	100	Ficha submetida
Rui Alexandre Neves Craveirinha	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	60	Ficha submetida

Rui César do Espírito Santo Vilão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física (Física da Matéria Condensada)	100	Ficha submetida
Sandra Filipa Morais de Figueiredo Marques Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Tiago André Nogueira Morgado	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	15	Ficha submetida
Tiago José dos Santos Martins da Cruz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Eng. Informática	100	Ficha submetida
Vasco Nuno Sousa Simões Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Doutoramento em Engenharia informática	100	Ficha submetida
João Nuno Lopes Barata	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática - Sistemas de Informação	100	Ficha submetida
Carlos Eduardo Delgado Cerqueira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre	Economia/Economics	30	Ficha submetida
				6020	

<sem resposta>

3.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

3.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

3.4.1.1. Número total de docentes.

63

3.4.1.2. Número total de ETI.

60.2

3.4.2. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

3.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral / Number of teaching staff with a full time employment in the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº de docentes / Staff number	% em relação ao total de ETI / % relative to the total FTE
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	59	98.006644518272

3.4.3. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

3.4.3. 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	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	59.9	99.501661129568

3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialised teaching staff of the study programme

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*	
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	44.9	74.584717607973	60.2
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0	60.2

3.4.5. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

3.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*	
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	57	94.68438538206	60.2
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	60.2

4. Pessoal Não Docente

4.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

O Departamento de Engenharia Informática emprega 6 funcionários não docentes a tempo integral por tempo indeterminado.

É importante referir que o funcionamento da Licenciatura em Engenharia Informática decorre também noutros edifícios que têm os seus próprios funcionários:

- *Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores;*
- *Unidade Pedagógica Central;*
- *Departamento de Engenharia Civil, onde se encontra a biblioteca.*

4.1. Number and employment regime of the non-academic staff allocated to the study programme in the present year.

The Department of Informatics Engineering employs 6 non-teaching, permanent, full-time workers.

It is important to mention that the operation of the Degree in Informatics Engineering also occurs in other buildings that have their own employees:

- *Department of Electrical and Computer Engineering;*
- *Central Pedagogical Unit;*
- *Department of Civil Engineering, where the library is located.*

4.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

4 titulares de licenciaturas universitárias.

2 titulares do Ensino Secundário (12º ano).

Estes funcionários asseguram a gestão da infraestrutura informática e a gestão dos laboratórios de apoio à Licenciatura em Engenharia Informática.

Garantem ainda o apoio administrativo, logístico e atendimento geral dos alunos.

4.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

4 holders of university degrees.

2 holders of Secondary Education (12th year).

*These employees ensure the management of the IT infrastructure and the management of laboratories in support of the Degree in Informatics Engineering.
They also guarantee the administrative, logistical and general support of the students.*

5. Estudantes

5.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso

5.1.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso

5.1.1. Total de estudantes inscritos.

515

5.1.2. Caracterização por género

5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	83.62
Feminino / Female	16.38

5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular.

5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular / Students enrolled in each curricular year

Ano Curricular / Curricular Year	Nº de estudantes / Number of students
1º ano curricular / 1st curricular year	183
2º ano curricular / 2nd curricular year	158
3º ano curricular / 3rd curricular year	174
	515

5.2. Procura do ciclo de estudos.

5.2. Procura do ciclo de estudos / Study programme's demand

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	108	115	120
N.º de candidatos / No. of candidates	1272	897	881
N.º de colocados / No. of accepted candidates	119	128	132
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez/ No. of first time enrolled	123	136	143
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	145	145	150.8
Nota média de entrada / Average entrance mark	159.44	161.5	164.22

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.

-

5.3. Eventual additional information characterising the students.

-

6. Resultados

6.1. Resultados Académicos

6.1.1. Eficiência formativa.

6.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º diplomados / No. of graduates	62	96	97
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	20	32	27
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	18	42	34
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	18	18	26
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	6	4	10

Pergunta 6.1.2. a 6.1.3.

6.1.2. Apresentar relação de teses defendidas nos três últimos anos, indicando, para cada uma, o título, o ano de conclusão e o resultado final (exclusivamente para cursos de doutoramento).

-

6.1.2. List of defended theses over the last three years, indicating the title, year of completion and the final result (only for PhD programmes).

-

6.1.3. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respetivas unidades curriculares.

Taxa de sucesso escolar por área científica em 2017/18 (razão entre o número de aprovados e o número de alunos que se submetem a algum momento de avaliação):

Economia, Gestão e Ciências Sociais - 203 aprovados em 213 avaliados (95%)

Física - 130 aprovados em 146 avaliados (89%)

Informática - 2295 aprovados em 3033 avaliados (76%)

Matemática - 649 aprovados em 858 avaliados (76%)

Há uma melhoria em relação ao ano anterior nas várias áreas científicas.

As unidades curriculares com piores resultados têm merecido sistematicamente a melhor atenção da Coordenação da Licenciatura em Eng. Informática, tendo havido trocas de docentes, métodos de avaliação, carga de trabalho, horas de contacto, etc. Ainda que os resultados não sejam os ideais, as medidas resultaram em melhorias sensíveis ao longo dos anos em várias UCs.

A baixa taxa de aprovação (aprovados/inscritos) deve-se sobretudo a alunos que desistem ao longo do semestre, deixando de ir às aulas ou faltando às últimas avaliações.

6.1.3. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and the respective curricular units.

Success rate by scientific area in 2017/18 (ratio between the number of students approved and the number of students who undergo some evaluation):

Economics, Management and Social Sciences - 203 approved in 213 evaluated (95%)

Physics - 130 approved in 146 evaluated (89%)

**Informatics - 2295 approved in 3033 evaluated (76%)
Mathematics - 649 approved in 858 evaluated (76%)**

There is an improvement over the previous year in the scientific areas.

The curricula with the worst results have systematically deserved the best attention of the Coordination of the Degree in Informatics Engineering. There have been changes of teachers, methods of evaluation, workload, contact hours, etc. Although the results are not ideal, the measures have resulted in sensible improvements over the years in several PAs.

The low passing rate (approved/registered) is mainly due to students dropping out over the semester, dropping out of school or missing the latest assessments.

6.1.4. Empregabilidade.

6.1.4.1. Dados sobre desemprego dos diplomados do ciclo de estudos (estatísticas da DGEEC ou estatísticas e estudos próprios, com indicação do ano e fonte de informação).

**Trajectoria Académica e Profissional dos Diplomados da Universidade de Coimbra
Análise dos resultados do inquérito aos diplomados de 2014/2015**

**Período de resposta ao inquérito: Ano letivo 2016/2017
Número de inquiridos obtido do Nónio em 25-09-2018**

Situação profissional por curso – Emprego na área e tempo de obtenção do 1º emprego

**Ciclo Unidade Orgânica / Departamento Curso Inquiridos Respostas Taxa de Resposta (Desempregado) N.º %
(Empregado) N.º % (Estudante) N.º %
1C FCTUC DEI Licenciatura em Engenharia Informática 53 28 53% 9 32,1% 14 50,0% 5 17,9%**

6.1.4.1. Data on the unemployment of study programme graduates (statistics from the Ministry or own statistics and studies, indicating the year and the data source).

**Academic and Professional Trajectory of the Graduates of the University of Coimbra
Analysis of the results of the 2014/2015 graduates' survey**

**Investigation response period: School year 2016/2017
Number of respondents obtained from Nónio on 25-09-2018**

Professional situation by course - Employment in the area and time to obtain 1st job

**Cycle Unit Organic / Department Course Respondents Responses Response rate (Unemployed) No.% (Employee) No.%
(Student) No.%
1C FCTUC DEI Degree in Informatics Engineering 53 28 53% 9 32,1% 14 50,0% 5 17,9%**

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

Pensamos que estes resultados, que apontam para uma taxa de desemprego de 32,1%, pecam por um grande excesso pelas seguintes razões:

- o número de candidatos ao curso e a nota do último admitido têm-se mantido elevados.
- há notícias frequentes na comunicação social relativamente à situação de empregabilidade favorável na área.
- observámos num passado recente que há muitos diplomados de outros cursos que procuram formação em Informática (por exemplo no Programa Acertar o Rumo).
- pelo contrário, parece-nos que a apetência do mercado por Eng.os Informáticos é tão elevada que alguns saem para o mercado de trabalho no fim da Licenciatura e não continuam para Mestrado.
- a amostra é relativamente pequena e a taxa de respostas baixa, o que pode explicar estes resultados.

6.1.4.2. Reflection on the employability data.

We believe that these results, which point to an unemployment rate of 32.1%, are overstated for the following reasons:

- the number of candidates for the graduation and the last grade admitted have remained high.
- there is frequent news in the media regarding the favorable employability situation in the area.
- we have observed in the recent past that there are many graduates from other areas who are looking for training in Computer Science (for example in the "Acertar o Rumo" Program).
- on the contrary, it seems to us that the market's appetite for Informatics Engineers is so high that some leave for the job market at the end of the Degree and do not continue for the Masters.
- the sample is relatively small and the response rate is low, which may explain these results.

6.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

6.2.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

6.2.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study programme, where the teachers develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ No. of integrated study programme's teachers	Observações / Observations
Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra/Centre for Informatics and Systems of the University of Coimbra	Muito Bom/Very Good	University of Coimbra	44	Professores do Departamento de Eng. Informática/Professors from the Informatics Engineering Department
CELGA - ILTEC (Centro de Estudos de Linguística Geral e Aplicada da Universidade de Coimbra)	Excelente/Excellent	University of Coimbra	1	-
IT - Instituto de Telecomunicações/Telecommunications Institute	Muito Bom/Very Good	Instituto de Telecomunicações/Telecommunications Institute	2	-
CMUC - Centro de Matemática da Universidade de Coimbra/Centre for Mathematics of the University of Coimbra	Excepcional/Outstanding	University of Coimbra	10	-
CFisUC - Centro de Física da Universidade de Coimbra - Centre for Physics of the University of Coimbra	Regular/Fair	University of Coimbra	2	-
ISR - Instituto de Sistemas e Robótica/Institute of Systems and Robotics	Excelente/Excellent	Institute of Systems and Robotics	1	-

Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.

6.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, ou trabalhos de produção artística, relevantes para o ciclo de estudos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/768f511a-c051-2b24-a19b-5bc9f7dcfe99>

6.2.3. Mapa-resumo de outras publicações relevantes, designadamente de natureza pedagógica:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/768f511a-c051-2b24-a19b-5bc9f7dcfe99>

6.2.4. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada na(s) área(s) científica(s) fundamental(ais) do ciclo de estudos, e seu contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica e a ação cultural, desportiva e artística.

Uma das marcas do CISUC é o registo de empresas spin-off criadas por investigadores. Em colaboração com a incubadora do Instituto Pedro Nunes (IPN), estas novas empresas contribuíram fortemente para a transformação do panorama económico de Coimbra. Este é o caso de empresas como:

Critical Software (www.criticalsoftware.com)

Wit Software (www.witsoftware.com)

Feedzai (www.feedzai.com)

Dognaedis (www.dognaedis.com)

O número de funcionários nestas empresas ascende atualmente a cerca de 1.000. Além da sua contribuição para o ecossistema tecnológico da região, o CISUC aproveitou sua presença para criar projetos de colaboração e teses de doutoramento com a indústria.

De entre o significativo número de publicações científicas nas diversas áreas que são relevantes para o ciclo de estudos, os investigadores do CISUC produziram um conjunto importante de trabalhos científicos de considerável

impacto social. De entre eles, salientamos os seguintes:

- A empresa espanhola *Technologies for Health e Wellbeing* integrou um conjunto de algoritmos de previsão desenvolvidos no CISUC num sistema de telemonitoramento para apoiar pacientes cardíacos em reabilitação.
- O **BLAKE2**, especificado no RFC 7693, é uma função hash criptográfica mais rápida do que o MD5, SHA1, SHA2 e SHA3, e pelo menos tão segura como o último padrão SHA3. O **BLAKE2** foi adotado por muitos projetos dada a sua alta velocidade, segurança e simplicidade. Um investigador do CISUC foi o autor da implementação mais rápida do **BLAKE**.
- Os investigadores do CISUC criaram sondas avançadas de segurança para sistemas de controlo industrial, juntamente com uma nova estrutura para informações de segurança e gestão de eventos (SIEM). Este trabalho foi integrado na plataforma de gestão de segurança cibernética da *Israel Electric Corporation*. Esses resultados estão agora a ser evoluídos para TRL7 e transformados em produtos, de forma a permitir que uma exploração comercial adicional em 2019.
- **GPULib**: open source *Graphics Processing Unit (GPU) Machine Learning Library*.
- **Photogrowth**, software para modelação e avaliação de comunicações no âmbito da energia e no contexto de *Internet of Things*.

Os investigadores do CISUC estão também envolvidos em atividades de consultoria para entidades nacionais e internacionais, incluindo a *Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM)*, *Instituto Pedro Nunes*, *Spelta - Repsol*, *Vista Alegre*, *Bollinghaus*, *Mitsubishi Trucks Europe*, entre outras.

Para além deste impacto direto na economia local e nacional, o conjunto de cursos do DEI gerou um número alargado de profissionais de *Engenharia Informática* que se encontram a trabalhar em empresas nacionais e no estrangeiro.

6.2.4. Technological and artistic development activities, services to the community and advanced training in the fundamental scientific area(s) of the study programme, and their real contribution to the national, regional or local development, the scientific culture and the cultural, sports or artistic activity.

One of the hallmarks of CISUC is the record of spin-offs created by researchers. In collaboration with the Instituto Pedro Nunes (IPN) incubator, these new companies strongly contributed to the transformation of Coimbra's economic landscape. This is the case of companies like:

Critical Software (www.criticalsoftware.com)

Wit Software (www.witsoftware.com)

Feedzai (www.feedzai.com)

Dognaedis (www.dognaedis.com)

These companies add up to around 1,000 employees. In addition to their contribution for the technological ecosystem in the region, CISUC has leveraged on their presence to create collaboration projects and industry PhD thesis.

Among the significant number of scientific publications in the various areas that are relevant to the study cycle, CISUC researchers have produced an important set of scientific works with considerable social impact. Among them, we highlight the following:

- *The Spanish company Technologies for Health and Wellbeing integrated a set of prediction algorithms developed at CISUC into a telemonitoring system for supporting cardiac patients in rehabilitation. BLAKE2, specified in RFC 7693, is a cryptographic hash function faster than MD5, SHA1, SHA2, and SHA3, and at least as secure as the latest standard SHA3. BLAKE2 has been adopted by many projects due to its high speed, security, and simplicity. A CISUC's researcher was the author of the fastest BLAKE implementation. CISUC researchers created advanced security probes for industrial control systems, along with a novel framework for security information and event management (SIEM). This has been integrated in the cybersecurity management platform of the Israel Electric Corporation. These outcomes are now being evolved to TRL7 and productized, enabling enlarged commercial exploitation to start in 2019.*
- **GPULib**: open source *Graphics Processing Unit (GPU) Machine Learning Library*.
- **Photogrowth**, software for modeling and evaluation of communications in the field of energy and in the context of *Internet of Things*.

CISUC researchers are also involved in consulting activities for national and international entities, such as the Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM), Pedro Nunes Institute, Spelta - Repsol, Vista Alegre, Bollinghaus, Mitsubishi Trucks Europe, among others.

In addition to this direct impact on the local and national economy, the department's set of graduations has generated a large number of IT professionals working in national and international companies.

6.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais, incluindo, quando aplicável, indicação dos principais projetos financiados e do volume de financiamento envolvido.

O corpo docente do curso tem reconhecida atividade científica integrada em projetos ou parcerias nacionais e internacionais. Destacam-se, das cerca de duas dezenas de projetos atualmente em curso, as participações em 5 projetos H2020 que se iniciaram nos últimos 3 anos (ver lista completa em www.cisuc.uc.pt) e cuja soma dos orçamentos locais excede um milhão e meio de euros. O financiamento através de projetos que se iniciaram nos últimos 3 anos foi cerca de 5 milhões de euros. O corpo docente tem numerosos parceiros internacionais (sobretudo Europeus), mas também com Macau, sendo de destacar as as colaborações com várias universidades brasileiras no

âmbito das cooperações bilaterais, para além da participação ativa em programas de mobilidade, incluindo colaborações com Macau. As parcerias e colaborações trazem ao DEI um número significativo de docentes, alunos e investigadores, fornecendo aos nossos alunos um contexto de aprendizagem verdadeiramente internacional.

6.2.5. Integration of scientific, technologic and artistic activities in projects and/or partnerships, national or international, including, when applicable, the main projects with external funding and the corresponding funding values.

The graduation's teaching staff has recognized scientific activity integrated in projects and national and international partnerships. Of the approximately two dozen projects currently underway, we emphasize the participation in 5 H2020 projects started in the last 3 years (the complete list can be consulted at www.cisuc.uc.pt) and whose sum of local budgets exceeds one and a half million euros. Local funding through projects that started in the last 3 years was about 5 million euros. The teaching staff has numerous international partners (mainly Europeans), as well as collaborations with Macao, with several Brazilian universities in the scope of bilateral cooperation, in addition to active participation in mobility programs. The aforementioned partnerships and collaborations bring to DEI a significant number of teachers, students and external researchers, providing our students with a truly international learning context.

6.3. Nível de internacionalização.

6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes

6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes / Mobility of students and teaching staff

	%
Percentagem de alunos estrangeiros matriculados na instituição / Percentage of foreign students	3.5
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in)	7.2
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Percentage of students in international mobility programs (out)	1.9
Percentagem de docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Percentage of foreign academic staff (in)	5
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of academic staff (out)	6.5

6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

A Universidade de Coimbra está envolvida em múltiplos programas de mobilidade, entre os quais os seguintes (<https://www.uc.pt/driic/mobilidade>):

- *Mobilidade de estudantes (outgoing/incoming) e incoming Erasmus Mundus*
- *Mobilidade de docentes, investigadores e técnicos*
- *Cursos de Verão no estrangeiro.*

A UC Dispõe de vários mecanismos de apoio à mobilidade:

- *Programa UC Buddy*
- *Voluntariado para apoio a estudantes internacionais (GPS)*
- *Gabinete de apoio ao estudante da CPLP*
- *Centro Regional de Informação Fulbright*
- *Bolsas*
- *Um coordenador para a mobilidade por Faculdade.*

O corpo docente e os alunos do curso têm vindo a participar ativamente em redes ERAMUS e em projetos Erasmus+, p. ex. no projeto ALIOT (<http://aliot.eu.org/>), participando também habitualmente em projetos TEMPUS relativos a educação e treino. Estas participações trazem a todos os envolvidos uma experiência de carácter internacional, fomentando um contexto de ensino e aprendizagem multicultural.

6.3.2. Participation in international networks relevant for the study programme (excellence networks, Erasmus networks, etc.).

The University of Coimbra is involved in multiple mobility programs, including the following (<https://www.uc.pt/driic/mobilidade>):

- *Mobility of students (outgoing / incoming) and incoming Erasmus Mundus*
- *Mobility of teachers, researchers and technicians*
- *Summer courses abroad.*

The UC has several mechanisms to support mobility:

- *UC Buddy Program*

- *Volunteering to support international students (GPS)*
- *CPLP student support office*
- *Fulbright Regional Information Center*
- *Scholarships*
- *A coordinator for mobility by Faculty.*

The faculty and students of the course have been actively participating in ERAMUS networks and in Erasmus+ projects, like the ALIOT project (<http://aliot.eu.org/>), while also regularly participating in TEMPUS projects, related to education and training. These participations bring an international experience to those involved, thus fostering a multicultural teaching and learning context.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

-

6.4. Eventual additional information on results.

-

7. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

7.1 Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES

7.1. Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES (S/N)?

Se a resposta for afirmativa, a Instituição tem apenas que preencher os itens 7.1.1 e 7.1.2, ficando dispensada de preencher as secções 7.2.

Se a resposta for negativa, a Instituição tem que preencher a secção 7.2, podendo ainda, se o desejar, proceder ao preenchimento facultativo dos itens 7.1.1 e/ou 7.1.2.

Sim

7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

<http://www.uc.pt/damc/manual>

7.1.2. Anexar ficheiro PDF com o último relatório de autoavaliação do ciclo de estudos elaborado no âmbito do sistema interno de garantia da qualidade (PDF, máx. 500kB).

[7.1.2._DEI_licenciatura_eng_informatica_43.pdf](#)

7.2 Garantia da Qualidade

7.2.1. Mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos e das atividades desenvolvidas pelos Serviços ou estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem, designadamente quanto aos procedimentos destinados à recolha de informação (incluindo os resultados dos inquéritos aos estudantes e os resultados da monitorização do sucesso escolar), ao acompanhamento e avaliação periódica dos ciclos de estudos, à discussão e utilização dos resultados dessas avaliações na definição de medidas de melhoria e ao acompanhamento da implementação dessas medidas.

<sem resposta>

7.2.1. Mechanisms for quality assurance of the study programmes and the activities promoted by the services or structures supporting the teaching and learning processes, namely regarding the procedures for information collection (including the results of student surveys and the results of academic success monitoring), the monitoring and periodic assessment of the study programmes, the discussion and use of the results of these assessments to define improvement measures, and the monitoring of their implementation.

<no answer>

7.2.2. Indicação da(s) estrutura(s) e do cargo da(s) pessoa(s) responsável(eis) pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos.

<sem resposta>

7.2.2. Structure(s) and job role of person(s) responsible for implementing the quality assurance mechanisms of the study programmes.

<no answer>

7.2.3. Procedimentos de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

<sem resposta>

7.2.3. Procedures for the assessment of teaching staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

<no answer>

7.2.3.1. Hiperligação facultativa ao Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente.

<sem resposta>

7.2.4. Procedimentos de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

<sem resposta>

7.2.4. Procedures for the assessment of non-academic staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

<no answer>

7.2.5. Forma de prestação de informação pública sobre o ciclo de estudos.

<sem resposta>

7.2.5. Means of providing public information on the study programme.

<no answer>

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

<sem resposta>

7.2.6. Other assessment/accreditation activities over the last 5 years.

<no answer>

8. Análise SWOT do ciclo de estudos e proposta de ações de melhoria

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

1 - Formação sólida em Engenharia Informática: a licenciatura em Engenharia Informática (LEI) oferece uma sólida formação de base em Engenharia Informática, tanto teórica como prática, em linha com os currículos de referência na área, fornecendo todas as capacidades e competências base para o prosseguimento de estudos para o 2.º ciclo (Mestrado), ou para uma eventual iniciação de prática profissional. Assegura ainda a possibilidade do licenciado prosseguir os estudos de mestrado em diversas áreas da informática.

2 - Recursos humanos: a LEI conta com pessoal docente e não docente adequado à manutenção de um ensino e logística de qualidade. Este corpo docente tem sido reforçado com a contratação de novos docentes para dar resposta ao crescente número de vagas.

3 - Qualidade dos candidatos à licenciatura: tanto a nota de candidatura do último colocado, como a nota média de entrada, têm vindo a subir, revelando que o curso tem vindo a atrair melhores alunos.

4 - Envolvimento com o mundo empresarial: o Departamento de Engenharia Informática desenvolveu ligações fortes com empresas regionais e nacionais, tanto de forma direta, como através do Instituto Pedro Nunes. Esta ligação ao tecido empresarial proporciona aos alunos e docentes da licenciatura um permanente contacto com a realidade empresarial.

8.1.1. Strengths

1 - Solid bases of Informatics Engineering: the bachelor degree in Informatics Engineering (LEI) offers a solid foundation in Informatics Engineering, both theoretical and practical, in line with the reference curricula in the area,

providing all the basic skills and competences for the pursuit of studies for the 2nd cycle (Master), or for a possible initiation of professional practice. It also ensures the possibility to continue the studies of masters in several computer science areas.

2 - Human resources: the LEI counts on teaching and non-teaching staff adequate to maintain both quality teaching and logistics. This capability has been reinforced by the hiring of new teachers to respond to the growing number of students.

3 - Quality of candidates for the degree: both the last-entry application note and the average entrance grade have been increasing, revealing that the course has been attracting better students.

4 - Involvement with the business world: the Department of Informatics Engineering has developed strong links with regional and national companies, both directly and through the Pedro Nunes Institute. This links give students and professors of the degree a permanent contact with the business reality.

8.1.2. Pontos fracos

1 - Verifica-se que o número de alunos que acaba a licenciatura em 3 anos é ainda claramente inferior ao pretendido.

2 - Equipamentos disponíveis para os alunos são melhoráveis: parte do equipamento disponibilizado aos alunos, quer em alguns laboratórios temáticos, quer para uso geral, encontra-se desatualizado.

3 - Capacidade de atração de alunos: os alunos da LEI provêm maioritariamente da região centro.

8.1.2. Weaknesses

1 - The number of students that finishes the degree in 3 years is still clearly inferior to the one wanted.

2 - Available equipment for students needs update: some of the equipment available to students, either in some thematic laboratories or for general use, is outdated.

3 - Attractiveness to students: LEI students come mainly from Portugal center region.

8.1.3. Oportunidades

1 - Conjugando o momento favorável que Portugal atravessa em termos de divulgação mundial, com o peso da sua história, a Universidade de Coimbra tem o potencial de atrair mais estudantes estrangeiros. A LEI pode beneficiar desta conjuntura atraindo mais e melhores estudantes.

2 - Os custos de habitação para estudantes têm sofrido um aumento substancial nos grandes centros urbanos, em especial em Lisboa e no Porto. Este facto pode proporcionar um aumento das candidaturas à Universidade de Coimbra e consequentemente à LEI.

3 - A popularidade da Eng. Informática tem vindo a aumentar, graças às suas inúmeras áreas de aplicação e às boas perspetivas de emprego.

8.1.3. Opportunities

1 - Combining the favorable moment that Portugal is going through in terms of worldwide acknowledgement, with the weight of its history, the University of Coimbra has the potential to attract more foreign students. The LEI can benefit from this situation by attracting more and better students.

2 - Housing costs for students have increased substantially in large urban centers, especially in Lisbon and Oporto. This fact may increase the number of applications to the University of Coimbra and consequently to the LEI.

3 - The popularity of Informatics Engineering has been increasing, thanks to its numerous areas of application and good employment prospects.

8.1.4. Constrangimentos

1 - A concorrência de instituições que lecionam licenciaturas em Engenharia Informática é cada vez maior, incluindo na área de influência natural da Universidade de Coimbra.

2 - O aumento continuado das vagas da LEI, em resposta à atração que esta área do conhecimento tem tido, causa dificuldades acrescidas em termos de instalações e equipamento.

8.1.4. Threats

1 - The competition from other institutions that teach Informatics Engineering, including some in the area of natural influence of the University of Coimbra, is increasing.

2 - The continued increase in LEI vacancies, in response to the attraction that this area of knowledge has had, causes increased difficulties in terms of facilities and equipment.

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

1 - Vão ser propostas algumas alterações à organização da LEI, de modo a tentar responder de forma mais adequada

às dificuldades dos alunos e diminuir a taxa de retenção na licenciatura. Estas alterações têm como pontos fundamentais:

- evitar a coexistência nos mesmos semestres de unidades curriculares onde se detectou que os alunos sentem mais dificuldades;
- distribuir por mais uma unidade curricular a área científica de matemática, de modo a permitir uma análise mais profunda de conceitos fundamentais;
- ajustar as FUC das várias unidades curriculares onde tal se justifique por atualizações técnicas ou para evitar a duplicação de matéria com outras unidades curriculares.

2 - Para melhorar o acesso a mais e melhores equipamentos de uso geral foi definido um conjunto de prioridades imediatas:

- instalação de novos terminais em 3 salas de aulas, em particular com recurso à aquisição de terminais novos para ligação ao sistema de virtualização de Desktops do DEI (VDI);
 - reforço da rede Wi-Fi para dar suporte ao uso de computadores portáteis nas salas de aulas;
 - reforço do sistema de cloud, que servirá os alunos em actividades relacionadas com aulas e com investigação, através do reforço da sua capacidade de memória e processamento;
 - disponibilização de 12 computadores portáteis para empréstimo temporário a alunos que deles necessitem.
- Foi iniciada também a elaboração de um plano de reformulação do Laboratório de Redes, tendo como objectivo a atualização do equipamento existente e a disponibilização de novos equipamentos para testes laboratoriais mais avançados.

3 - Reforçar a dinamização de iniciativas para promoção da LEI junto do público em geral (melhoria da reputação e notoriedade a nível nacional) e de estudantes do ensino secundário (dinamismo e potencial de empregabilidade do curso numa região onde as oportunidades nesta área estão a crescer).

8.2.1. Improvement measure

1 - Some changes will be proposed to the organisation of the bachelor degree in Informatics Engineering (LEI), in order to try to respond more adequately to the difficulties of the students and to reduce the retention rate in the degree.

These changes have as fundamental points:

- avoiding coexistence in the same semesters of curricular units where it was detected that the students feel more difficulties;
- creation of a new curricular unit in the scientific area of mathematics, in order to allow a deeper analysis of fundamental concepts;
- adjustment of Course Unit Files (CUF) where justified by technical updates or to avoid duplication of material with other curricular units.

2 - To improve access to more and better general purpose equipment, a set of immediate priorities was defined:

- installation of new terminals in 3 classrooms, in particular through the acquisition of new terminals for connection to the DEI Desktops virtualization system (VDI);
- strengthening of the Wi-Fi network to support the use of laptops in classrooms;
- enhancement of the cloud system, which will serve students in class-related and research activities, by enhancing their memory and processing capacity;
- provision of 12 laptops for temporary loans to students who need them.

A redesign of the Network Laboratory has also begun, aiming at updating existing equipment and making new equipment available for more advanced laboratory tests.

3 - Reinforce the initiatives to promote the LEI graduation among the general public (to improve its national reputation) and secondary school students (highlighting the dynamism and employability potential of the course in a region where opportunities in this area are growing).

8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

1 - Prioridade Alta; Tempo de implementação de 12 meses.

2 - Prioridade Alta; Tempo de implementação de 12 meses.

3 - Prioridade Média; Tempo de implementação de 12 meses.

8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

1 - High Priority; Implementation time of 12 months.

2 - High Priority; Implementation time of 12 months.

3 - Medium Priority; Implementation time of 12 months.

8.1.3. Indicadores de implementação

1 - Data de entrada em vigor da reforma curricular da LEI.

2 - Entrada em funcionamento do novo equipamento.

3 - N.º de candidatos ao ciclo de estudos.

8.1.3. Implementation indicator(s)

- 1 - *Start date of the new curricular reform of the LEI.*
- 2 - *Operation of the new equipment.*
- 3 - *Number of candidates of the graduation.*

9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)**9.1. Alterações à estrutura curricular**

9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

A Licenciatura em Engenharia Informática tem funcionado globalmente bem, embora haja melhorias que se pretende introduzir, nomeadamente com vista a reduzir o número de alunos que não concluem nos 3 anos. Entendeu-se que a melhor estratégia para minorar o problema passaria por:

- *aumentar o contacto com unidades curriculares específicas de Informática no 1º ano, devido à motivação acrescida;*
- *introduzir uma nova unidade curricular de matemática, que permita uma aprendizagem mais profunda, distribuindo os conteúdos por um período de tempo mais alargado;*
- *equilibrar as unidades curriculares do 3º ano pelos semestres, de acordo com a complexidade percebida pelos alunos.*

Deste conjunto de objetivos resulta a substituição de Simulação e Computação Científica por Análise Matemática III. Reclassifica-se ainda a unidade curricular de Estruturas Discretas para a área científica da Matemática, visto que já o era na prática.

Entendeu-se ainda que a unidade curricular de Tecnologia dos Computadores devia dar lugar à unidade curricular de Tecnologia da Informática, de forma a focar esta disciplina introdutória em tópicos da área.

A unidade curricular de Comunicação Técnica passa do 3º para o 1º ano, de forma a permitir que os alunos possam usar os conhecimentos e competências nela adquiridos na realização de relatórios e comunicações ao longo do curso.

Reconheceu-se ainda a necessidade de que a unidade curricular de Arquitetura de Computadores ocorresse depois de Princípios de Programação Procedimental, permitindo aos alunos a aquisição de conhecimentos importantes pela ordem mais adequada.

Os restantes ajustes resultaram essencialmente da conveniência de ordenar as unidades curriculares em função dos seus programas, tendo também em conta a dificuldade percebida pelos estudantes.

Aproveitou-se ainda esta reforma para:

- *ajustar horas de contacto nalgumas unidades curriculares;*
- *adequar melhor o nome de algumas das unidades curriculares aos seus conteúdos;*
- *adotar o Acordo Ortográfico nos nomes de algumas unidades curriculares.*

9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

Despite the fact that the Informatics Engineering degree has been running without major problems, we intended to introduce a number of improvements. One of the goals we have in mind is to reduce the number of students who do not finish the graduation in 3 years. It was understood that the best strategy to alleviate the problem would be:

- *increase the contact with specific curricular units of Informatics in the first year, to improve students' motivation;*
- *introducing a new maths course, thus distributing content for more time, to allow a deeper learning;*
- *to balance the difficulty of the curricular units of the third year by the semesters, according to the complexity perceived by the students.*

From this set of objectives results the substitution of Simulation and Scientific Computation by Mathematical Analysis III. The curricular unit of Discrete Structures is relabeled as belonging to the scientific area of Mathematics, because it was already a Mathematics course in practice.

It was also understood that the curricular unit of Computer Technology should give place to the curricular unit of Technology of Informatics, to focus this introductory discipline in topics of the area.

The Technical Communication course passes from the 3rd to the 1st year, to allow students to use the knowledge and skills acquired in the course to produce reports and communications throughout the degree.

It was also recognized the need for the curricular unit of Computer Architecture to take place after Principles of Procedural Programming, thus allowing students to acquire important knowledge for the former.

The remaining adjustments resulted essentially from the convenience of ordering the curricular units according to their programs, taking into account the difficulty perceived by the students.

This reform was also used to:

- adjust contact hours in some curricular units;
- better adapt the name of some of the curricular units to their contents;
- adopt the Orthographic Agreement in the names of some curricular units.

9.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)

9.2.

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

<sem resposta>

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

<no answer>

9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Informática/Informatics	INF/COS	126	0	
Matemática/Mathematics	MAT/MAT	36	0	
Física/Physics	FIS/PHY	6	0	
Economia, Gestão e Ciências Sociais/Economy, Management and Social Sciences	EGCS/EMSS	12	0	
(4 Items)		180	0	

9.3. Plano de estudos

9.3. Plano de estudos - - 1/1

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

<sem resposta>

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

<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1/1

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

1/1

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática I/Mathematical Analysis I	MAT/MAT	S/S	162	86	6	
Estruturas Discretas/Discrete Structures	MAT/MAT	S/S	162	72	6	
Introdução à Programação e Resolução de Problemas/Introduction to Programming and Problem Solving	INF/COS	S/S	162	72	6	

Tecnologia da Informática/Informatics Technology	INF/COS	S/S	162	72	6
Álgebra Linear e Geometria Analítica/Linear Algebra and Analytical Geometry	MAT/MAT	S/S	162	86	6

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - - 1/2

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
<sem resposta>

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1/2

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1/2

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática II/Mathematical Analysis II	MAT/MAT	S/S	162	86	6	
Estatística/Statistics	MAT/MAT	S/S	162	86	6	
Tópicos de Física Moderna/Topics in Modern Physics	FIS/PHY	S/S	162	86	6	
Princípios de Programação Procedimental/Introduction to Procedural Programming	INF/COS	S/S	162	58	6	
Comunicação Técnica/Technical Communication	EGCS/EMSS	S/S	162	58	6	

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - - 2/1

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
<sem resposta>

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2/1

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
2/1

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática III/Mathematical Analysis III	MAT/MAT	S/S	162	86	6	
Programação Orientada aos Objectos/Object-Oriented Programming	INF/COS	S/S	162	58	6	
Teoria da Computação/Theory of Computation	INF/COS	S/S	162	72	6	
Arquitetura de Computadores/Computers Architecture	INF/COS	S/S	162	72	6	
Teoria da Informação/Information Theory	INF/COS	S/S	162	72	6	

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - - 2/2

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
<sem resposta>

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2/2

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
2/2

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Algoritmos e Estruturas de Dados/Data Structures and Algorithms	INF/COS	S/S	162	72	6	
Análise e Transformação de Dados/Data Analysis and Transformation	INF/COS	S/S	162	72	6	
Sistemas Operativos/Operative Systems	INF/COS	S/S	162	72	6	
Redes de Comunicação/Communication Networks	INF/COS	S/S	162	72	6	
Bases de Dados/Databases	INF/COS	S/S	162	72	6	

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - - 3/1

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
<sem resposta>

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
3/1

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**3/1****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Compiladores/Compilers	INF/COS	S/S	162	72	6	
Processos de Gestão e de Inovação/Management and Innovation Processes	EGCS/EMSS	S/S	162	58	6	
Engenharia de Software/Software Engineering	INF/COS	S/S	162	58	6	
Computação Gráfica/Computer Graphics	INF/COS	S/S	162	72	6	
Sistemas de Informação/Information Systems	INF/COS	S/S	162	58	6	
(5 Items)						

9.3. Plano de estudos - - 3/2**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):****<sem resposta>****9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****<no answer>****9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****3/2****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:****3/2****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Protocolos de Comunicação/Communication Protocols	INF/COS	S/S	162	58	6	
Sistemas Distribuídos/Distributed Systems	INF/COS	S/S	162	72	6	
Multimédia/Multimedia	INF/COS	S/S	162	72	6	
Estratégias Algorítmicas/Algorithmic Strategies	INF/COS	S/S	162	72	6	
Fundamentos de Inteligência Artificial/Artificial Intelligence Fundamentals	INF/COS	S/S	162	72	6	
(5 Items)						

9.4. Fichas de Unidade Curricular**Anexo II - Análise Matemática III****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Análise Matemática III**9.4.1.1. Title of curricular unit:****Mathematical Analysis III****9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:****MAT/MAT****9.4.1.3. Duração:****S/S****9.4.1.4. Horas de trabalho:****162****9.4.1.5. Horas de contacto:****86****9.4.1.6. ECTS:****6****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Júlio Severino das Neves (12 h/week)****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****Paulo Antunes (9 h/week)****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:**

- i) classificar as singularidades de um quociente de funções analíticas;**
- ii) calcular a série de Laurent de uma função numa região anelar;**
- iii) calcular o resíduo de uma função analítica numa região anelar;**
- iv) calcular o integral de uma função ao longo de um caminho fechado usando o Teorema dos resíduos;**
- v) calcular a transformada-Z de uma fração racional usando uma decomposição em elementos simples;**
- vi) usar a transformada-Z para resolver equações de diferenças;**
- vii) calcular a transformada de Fourier e a sua inversa;**
- viii) calcular a transformada de Laplace e a sua inversa;**
- ix) resolver uma equação diferencial usando a transformada de Laplace.**

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**The student who successfully completes this course will be able to:**

- i) classify the singularities of a quotient of analytic functions;**
- ii) compute the Laurent series of an analytic function on an annulus;**
- iii) compute the residue of an analytic function on an annulus;**
- iv) compute the integral of a function along a closed path using the Residue Theorem;**
- v) compute the Z-transform of a rational function using the method of decomposition into partial fractions;**
- vi) use the Z-transform to solve difference equations;**
- vii) compute the Fourier transform and its inverse;**
- viii) compute the Laplace transform and its inverse;**
- ix) solve a differential equation using the Laplace transform.**

9.4.5. Conteúdos programáticos:**I. Funções complexas**

- I.1 Álgebra e topologia do plano complexo**
- I.2 Funções elementares**
- I.3 Derivação**
- I.4 Séries de potências e séries de Laurent**
- I.5 Singularidades, zeros e resíduos**
- I.6 Integração**

II. Transformada-Z e aplicações

- II.1 Transformada-Z (definições e propriedades)**
- II.2 Transformada-Z inversa**
- II.3 Aplicação à resolução de equações de diferenças**

III. Transformada de Fourier e aplicações

- III.1 Séries de Fourier (revisão) e sua versão complexa.**
- III.2 Transformada de Fourier e sua inversa**
- III.3 Transformadas de Fourier generalizada (das funções de Heaviside e Delta de Dirac)**
- III.4 Aplicações da transformada de Fourier: Teorema da Amostragem**

IV. Transformada de Laplace e aplicações

- IV.1 Transformada de Laplace (definição, existência e propriedades)**
- IV.2 Transformada de Laplace inversa**
- IV.3 Transformada de Laplace generalizada (da função Delta de Dirac)**
- IV.5 Aplicações da transformada de Laplace à resolução de equações diferenciais lineares ordinárias**

9.4.5. Syllabus:

I. Complex functions

- I.1 Algebra and topology of the complex plane**
- I.2 Elementary functions**
- I.3 Differentiation**
- I.4 Complex power series and Laurent series**
- I.5 Singularities, zeros and residues**
- I.6 Integration**

II. Z-transform and applications

- II.1 Z-transform (definition and properties)**
- II.2 Inverse Z-transform**
- II.3 Application to solving difference equations**

III. Fourier transform and applications

- III.1 Fourier series (revision) and its complex version.**
- III.2 Fourier transform and its inverse**
- III.3 Generalised Fourier transform (of Heaviside and Dirac's Delta functions)**
- III.4 Applications of the Fourier transform: Sampling Theorem**

IV. Laplace transform and applications

- IV.1 Laplace transform (definition, existence and properties)**
- IV.2 Inverse Laplace transform**
- IV.3 Generalised Laplace transform (of Dirac's Delta function)**
- IV.5 Applications of the Laplace transform to solving ordinary linear differential equations.**

- 9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**
A classificação do tipo de singularidades de um quociente (o primeiro objetivo) requer uma familiarização do estudante com os rudimentos da análise complexa, incluindo o estudo das funções complexas elementares, a noção de derivada complexa e também o estudo do desenvolvimento em série de Laurent de uma função analítica numa região anelar (segundo objetivo). O cálculo do resíduo de uma função assenta, igualmente, no desenvolvimento em série de Laurent. O teorema dos resíduos, que é dos tópicos da secção I.6, sobre integração complexa, é uma das formas de cálculo de integrais de funções complexas ao longo de caminhos fechados. A teoria de integração complexa desenvolvida no primeiro capítulo é fundamental para a inversão das transformadas definidas nos três capítulos seguintes. Estes três capítulos referem-se também às aplicações das transformadas a outros problemas, nomeadamente à resolução de equações de diferenças, equações diferenciais e ao Teorema da Amostragem.

- 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

The classification of the singularities of a quotient of analytic functions (the first aim of the course) requires a basic knowledge of complex analysis, which includes the study of the elementary complex functions, the notion of complex derivative and the general theory of Laurent Series (second aim). The computation of the residue of a function relies on

a good understanding of the Laurent series expansion of a function. The Residue Theorem, which is one of the topics covered in the section on complex integration (I.6) is one of the ways in which the integral of a function along a closed path can be computed. The theory of complex integration laid out in the first chapter is fundamental in the inversion of the three types of transforms of the subsequent chapters. These three chapters also focus on the applications of transforms to other problems, namely to difference equations, to ordinary linear differential equations and to the Sampling Theorem.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino serão predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas serão resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição far-se-á prevalecer uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre será disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching in this course will assume two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching will be mostly expository. During an example class teaching will consist of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support will be available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

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

Nas aulas teóricas a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na aula prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

During the theoretical classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] Glyn James, *Advanced Modern Engineering Mathematics*, Prentice-Hall, 3ª edição, (2004).

[2] Ruel Vance Churchill, *Complex variables and applications*, McGraw-Hill, 4ª edição, (1986).

[3] Gueorgui V. Smirnov, *Análise Complexa e Aplicações*, Escolar Editora (2003).

[4] Natália Bebiano da Providência, *Análise Complexa com aplicações e laboratórios de Matemática*, Gradiva, Coleção Trajectos Ciência, 2ª edição (2012).

[5] Júlio Severino das Neves, *Apontamentos de Análise Matemática III*, (distribuído online) (2018).

Anexo II - Tecnologia da Informática

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologia da Informática

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Technology of Informatics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Mário Alberto da Costa Zenha Relá (7 h/week)***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

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

Esta uc tem como objetivos dar uma perspetiva geral das diversas áreas da formação em engenharia informática. A componente prática concentra-se na revisão e discussão crítica e avaliação dos conceitos apresentados em cada uma das aulas teóricas.

As principais competências são: análise e crítica, resolução de problemas, raciocínio crítico dos conhecimentos adquiridos nas diferentes áreas da engenharia informática.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course unit has as its main objective to provide a wide perspective of the many diverse areas of the informatics engineering degree. The theoretical-practical component is centered around review, critical discussion and assessment of the concepts presented during the lectures.

The main competencies are the analysis and criticism, problem solving and critical reasoning in the specific subjects of informatics engineering.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução e história da Informática**
- 2. Dados, memória e armazenamento**
-inclui sistemas de numeração, códigos e aritmética de vírgula flutuante.
- 3. Arquitecturas de Computadores**
-inclui circuitos combinatoriais e sequenciais.
- 4. Sistemas Operativos**
- 5. Bases de Dados**
- 6. Redes de computadores e Internet**
- 7. Computação Gráfica**
- 8. Engenharia de Software**
- 9. Algoritmos**
- 10. Linguagens de programação**
- 11. Abstracção e estruturas de dados**
- 12. Teoria da Computação**
- 13. Inteligência Artificial**

9.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction and the history of computing**
- 2. Data, memory and storage**
-includes number systems, codification and floating point arithmetics.
- 3. Computer Architectures**
-includes combinatorial and sequential circuits.
- 4. Operating Systems**
- 5. Database Systems**
- 6. Networking and the Internet**
- 7. Computer Graphics**
- 8. Software Engineering**

- 9. Algorithms
- 10. Programming Languages
- 11. Data structures and abstractions
- 12. Computation Theory
- 13. Artificial Intelligence

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos programáticos foram mapeados de forma absolutamente linear com os objetivos desta unidade curricular, e a estratégia de ensino adoptada (ver secção 3.3.8) reflecte igualmente este mapeamento.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The course objectives were perfectly mapped into the syllabus' topics and the teaching methodologies (see section 3.3.8 below) also reflect this mapping.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Leccionação presencial e avaliação contínua.

1. *Uma aula semanal de 2 horas.*

a. *1 hora de preparação através da leitura prévia da bibliografia;*

b. *2 a 3 horas de estudo posterior para consolidação.*

2. *Uma aula semanal de 2 horas (PL).*

a. *2 horas de preparação prévia dos materiais disponibilizados.*

3. *Uma aula semanal de 1 hora (TP) para experimentação e/ou avaliação TP com resolução de exercícios.*

Avaliação:

1. *50% pelo desempenho nos trabalhos práticos.*

2. *50% por exame final (mínimos de 47,5%).*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Face-to-face lectures and continuous evaluation.

1. *A 2 hour lecture.*

a. *1 hour of previous preparation through bibliography reading.*

b. *2 to 3 hours of study after the lesson.*

2. *A 2 hour class (PL).*

a. *2 hours of references preparation.*

3. *A weekly 1 hour TP class for practical experimentation and problem solving.*

Grading:

1. *50% from the performance in TP classes (from the eight best grades).*

2. *50% from the final exam (minimum grade of 47,5%).*

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

Os conteúdos programáticos foram desenhados de forma a responder a todos os objetivos traçados para a unidade curricular. Em primeiro lugar é dada uma visão geral da evolução da informática, começando com dados e numeração, circuitos combinatoriais e digitais, culminado na arquitetura interna de um computador, do seu funcionamento, e de cada um dos seus elementos, incluindo a hierarquia da sua memória interna (pontos 1 a 3).

Seguidamente avançamos para aspectos de maior abstracção mas muito funcionais dos computadores, tais como Sistemas Operativos, Redes de computadores, Internet, Bases de Dados e Computação Gráfica, culminado com aspectos de natureza processual em Engenharia de Software (pontos 4 a 8).

Na posse destas visão holística dos computadores e sistemas a última parte desta uc foca-se em temas fundamentais de maior abstracção, Algoritmos, Abstracção e estruturas de dados, e Teoria da Computação (partes 9 a 11), terminando com uma perspectiva da Inteligência Artificial e Aprendizagem Computacional, como exemplo das enormes perspectivas que estas áreas abrem à utilização dos computadores no próximo século.

Em cada módulo, na componente laboratorial (TP e PL) os docentes responsáveis submetem e avalia um trabalho realizado pelos alunos (individualmente ou em equipa), sendo as oito melhores classificações seleccionadas para a componente de avaliação contínua.

Esta possibilidade não só permite a avaliação contínua, como permite mitiga os riscos de falta de acompanhamento habituais em alunos que acabam de entrar no ensino superior. Esta avaliação é complementada por um exame final sobre a totalidade dos tópicos ministrados.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The syllabus was designed to address all objectives traced for this course. Firstly a broad overview of the evolution of

computer technology is presented, and then we dwelve into data representation, number systems, combinatorial and sequential circuits, up to the internal architecture of a computer, including the memory hierarchy. Then, we address more abstract but still somehow functional aspects of computers namely the operating system, database systems, computer graphics, networks, the internet, up to more processual issues of building such systems, as dealt by software engineering (4 to 8). After this overview of software and systems, the third and last part of this course focus on more abstract conceptual issues namely algorithms, data abstraction and computation theory, closing with Artificial Intelligence and Machine Learning as examples of the huge perspectives that these areas open to the usage of computers in the XXI century. Every week the Professor responsible for each module submits and grades a work performed by students (individual and in teams, dependent on the subject), of which the best eight grades are selected to contribute to the continuous evaluation grade. This strategy has the potential to motivate the students to follow the topics presented at the lectures, as well as mitigates the risks of lack of commitment, very common with first-year students. This continuous (weekly) assessment is complemented by a final exam.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Computer Science, An Overview. 12th Edition, Glenn Brookshear, Dennis Brylow, ISBN-13: 9780133760064, Pearson/Addison Wesley International, 2015

Additional selected readings (URL links, case studies) will be provided to the students on a weekly basis.

Anexo II - Redes de Comunicação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Redes de Comunicação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Communication Networks

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Jorge Miguel Sá Silva (11 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Vasco Pereira (4 h/week)

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

A unidade curricular de Redes de Comunicações pretende dotar os estudantes de um largo espectro de conhecimento

nas áreas das comunicações e de capacidades para projetarem soluções técnicas de elevado potencial. O programa da disciplina começa por fazer uma análise às soluções subjacentes à arquitetura da atual Internet. Analisa, em detalhe, as principais tecnologias e os protocolos das diferentes camadas da arquitetura TCP/IP, avalia as limitações e os novos desafios.

Paralelamente, o programa da unidade curricular pretende ensinar aos estudantes os fundamentos gerais da simulação de redes na avaliação de alternativas protocolares e tecnológicas. A programação para ambientes em rede é ainda estudada através da linguagem C e dos sockets.

Nas aulas práticas os alunos desenvolvem ainda várias atividades de configuração de switches e routers.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This unit aims to offer a broad spectrum of knowledge in the area of communication networks. The program includes the architecture analysis of the current Internet. It also analyzes in detail the major technologies and the main protocols of different layers of the TCP / IP architecture, evaluates its limitations and challenges.

In addition, the program aims to teach the fundamentals of network simulation to support the evaluation of alternatives and technological protocols. Network programming is also studied by the use of C language and sockets.

In practical classes students develop several activities based on switches and routers configuration.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1 – Fundamentos das Redes de Comunicação

2 – Arquiteturas: OSI e TCP/IP

3 – A Camada de Aplicação

4 - A Camada de Transporte

5 - A Camada de Rede

6 – A Camada de Ligação

7 – Diferentes tecnologias de redes

8 - Novas tecnologias e tendências

9.4.5. Syllabus:

1 – Computer Networks Fundamentals

2 – OSI and TCP/IP models

3 – Application Layer

4 - Transport Layer

5 - Network Layer

6 – Data Layer

7 – Network technologies

8 - Future trends

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

O conhecimento e o domínio das redes de comunicação são requisitos muito importantes face ao desenvolvimento que estas tecnologias têm tido.

Esta disciplina pretende dotar os alunos de conhecimentos básicos nesta área, através de uma abordagem estruturada, partindo das camadas mais elevadas até às camadas físicas.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Data communication and networking may be the fastest growing technologies in our days. Consequently, it is essential for success an understanding of Internet technologies.

This unit is designed for students with little background so we use a top-down approach so that students learn first about networking (upper layers) before learning about data communication (lower layers)

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Método de ensino: aulas teóricas, teórico-práticas e práticas. Trabalhos práticos e fichas elaboradas parcialmente nas aulas.

Métodos de avaliação:

- Exame:12 valores

- Projeto: 4.5 valores

- Fichas:3.5 valores

O exame tem mínimos de 30%.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching methodologies: Theoretical and Practical lessons. Practical lessons consist of lab activities and exercises to

support and test the student's understanding of the material presented in theoretical lessons.

Evaluation method:

- Exam 12/20
- Project 4.5/20
- Class assignments 3.5/20

Minimums of 50% in exams.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Enquanto as aulas teóricas permitirão um conhecimento detalhado da arquitetura TCP/IP que suporta a Internet, as aulas práticas permitirão consolidar estes conceitos teóricos e preparar os alunos para futuras disciplinas nas áreas de redes. A ligação entre os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos permitirá a coesão necessária para a especificação e a análise das diferentes redes existentes e a preparação indispensável a futuras disciplinas na área das redes de comunicação.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes. Theoretical lessons will provide a detailed overview of all important points about TCP/IP architecture. Practical lessons were prepared not only to reinforce and apply salient concepts, but also to create motivation for further study.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. Kurose and K. Ross "Computer Networking – a top-down approach featuring the Internet" Addison-Wesley, 2005.

F. Boavida e M. Bernardes "TCP/IP Teoria e Prática" FCA, 2012.

Anexo II - Estratégias Algorítmicas

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estratégias Algorítmicas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Algorithmic Strategies

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Luís Filipe dos Santos Coelho Paquete (7 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

6 horas por semana a atribuir de acordo com a distribuição de serviço/6 hours per week to assign depending on the distribution of service

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

Reforçar a capacidade de resolução de problemas através do estudo de paradigmas algorítmicos e da sua aplicação a problemas de diversos domínios. Partindo da descrição verbal de um problema concreto, o estudante deverá ser capaz de, tanto individualmente como em grupo:

- *Compreender o problema e relacioná-lo com outros problemas já conhecidos*
- *Identificar paradigmas algorítmicos adequados à sua resolução*
- *Conceber algoritmos específicos para a resolução do problema*
- *Implementar as soluções algorítmicas encontradas de forma modular, recorrendo a estruturas de dados adequadas*
- *Compreender os limites inerentes à complexidade dos algoritmos implementados*

As competências principais desenvolvidas são:

- *Análise e síntese, resolução de problemas*
- *Raciocínio crítico*
- *Aprendizagem autónoma, aplicação dos conhecimentos teóricos na prática*

As competências secundárias são:

- *Capacidade de decisão*
- *Competência em trabalho em grupo*
- *Criatividade e adaptabilidade a novas situações.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To strengthen the ability to solve programming problems by algorithmic paradigms in different problem domains. Starting from a verbal problem description, the student must be able, himself or within a group:

- *To understand the problem and relate it to other known problems;*
- *To identify algorithmic paradigms that are suitable for the problem at hand;*
- *To design particular algorithms for solving the problem at hand, based on the paradigms that are taught in class;*
- *To implement algorithms in a modular way, using appropriate data structures;*
- *To understand the complexity bounds of the algorithms;*
- *To explain and justify the options that were taken during the problem solving process.*

Main skills to acquire are:

- *Analysis and synthesis, problem solving*
- *Critical reasoning*
- *Autonomous learning, application of theory into practice.*

Secondary skills are:

- *Decision making*
- *Teamwork*
- *Creativity and adaptability to new scenarios*

9.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Introdução**

- *Modelação e resolução de problemas*
- *Complexidade computacional*

2. Paradigmas algorítmicos

- *Procura recursiva*
- *Backtracking*
- *Programação dinâmica*

3. Casos de aplicação

- *Procura gulosa*
- *Branch-and-bound*
- *Grafos*
- *Redes de fluxo*
- *Geometria computacional*

4. (opcional) Outros problemas como por exemplo: numéricos, de emparelhamento, de análise lexical e sintática, de bioinformática, de criptografia, etc.

9.4.5. Syllabus:**1. Introduction**

- *Problem modeling and problem solving*
- *Computational complexity*

2. Algorithm paradigms

- *Recursive search*
- *Backtracking*
- *Dynamic programming*

- Greedy algorithms
- Branch-and-bound

3. Applications

- Graphs
- Network flow
- Computational geometry

4. (optional) Other problems such as: numerical problems, matching problems, scanning and parsing problems, bioinformatics problems, cryptography, etc.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *A introdução de conceitos de modelação e resolução de problemas e de classes de complexidade visa permitir aos estudantes modelar o problema de um ponto de vista computacional, avaliar a sua dificuldade e selecionar a abordagem mais apropriada para a sua resolução. Na segunda parte do programa, os estudantes aprendem a identificar e a justificar quais os paradigmas algorítmicos mais apropriados para a resolução de um determinado problema. Nos casos de aplicação, os estudantes aprendem a identificar certas propriedades bem definidas de problemas e a desenvolver algoritmos eficientes que tirem partido dessas propriedades.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The introduction to problem modeling and problem solving as well as complexity classes allows the students to model a problem from a computational point of view, to assess its hardness and to guide them in the selection of the most appropriate solution method. In the second topic, the students learn how to identify and justify which algorithmic paradigms are more appropriate to solve a given problem. In the applications, the students learn how to identify certain well-defined properties of a given problem, and to design efficient algorithms that explore such properties.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas T/TP destinam-se à exposição da matéria e à discussão de problemas. As PLs destinam-se a apoiar o projeto e a resolução de exercícios sobre algoritmia. São componentes da avaliação: Provas escritas individuais de conhecimento e de programação em grupo, projetos de programação em grupo, e defesa oral, individual, das classificações. Utiliza-se uma ferramenta de validação automática no projeto e nas provas de programação. Os casos de teste dos problemas são criados para testar diversos cenários, o que permite ao estudante refinar o seu programa de modo a torná-lo correto e eficiente de acordo com a pontuação obtida. O exame permite recuperar só a classificação obtida nas provas escritas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The goal of T/TP classes is to deliver theory and to discuss problems. The aim of lab classes is to accompany students in their project and to help them to solve exercises about algorithms. The assessment consist of: written individual exams and programming exams in a team, programming projects in a team, and individual defenses of the grades obtained. A tool for automatic judging is used for the programming assessments. The test cases for each problem are generated in order to test different scenarios. Hence, students can refine their program to make it correct and efficient according to the grade given. The exam applies only to the written assessments.

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

A resolução de vários problemas de programação e de exercícios escritos durante o semestre visa a aplicação prática dos conceitos lecionados nas aulas teóricas, em particular, a identificação das técnicas algorítmicas mais apropriadas para os problemas em estudo. O projeto tem por objetivo reforçar este conhecimento através da resolução de um problema mais complexo. Perante a necessidade de defenderem as suas classificações, os estudantes aprendem a explicar e a justificar as opções tomadas durante o processo de resolução do problema. A utilização do sistema Mooshak, ao permitir a definição dos casos de teste e do tempo máximo de execução das implementações, fornece aos estudantes uma melhor compreensão dos limites inerentes à complexidade dos algoritmos. Os estudantes focam-se em questões de correção e eficiência, e compreendem, desta maneira, a necessidade de recorrer a algoritmos e estruturas de dados adequadas.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The work on solving several programming problems and written exercises during the semester aims to apply the theoretical concepts in practice, in particular, the identification of the most appropriate algorithmic technique for the problem under study. The project aims to reinforce this experience by solving a more complex problem. Given the need to defend their grades, the students learn how to explain and justify the options taken during the problem solving process. The use of system Mooshak, by allowing the definition of test cases and the setup of maximum running time, provides the students with a better understanding of the algorithm complexity bounds. Since they are focus on correction and efficiency of their implementations, they understand the need to use the most appropriate algorithms and data structures.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein, Introduction to Algorithms, 3rd ed., 2009.
S. Skiena and M. Revilla, Programming Challenges, 2003.
D. Knuth, The Art of Computer Programming.
J. Kleinberg, and E. Tardos, Algorithm Design, 2005
R. Sedgewick and K. Wayne, Algorithms, 4rd ed, 2011
B. Vöcking, H. Alt, M. Dietzfelbinger, R. Reischuk, C. Scheideler, H. Vollmer, D. Wagner (eds), Algorithms Unplugged, 2011

Anexo II - Fundamentos de Inteligência Artificial

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Fundamentos de Inteligência Artificial

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Artificial Intelligence Fundamentals

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
INF/COS

9.4.1.3. Duração:
S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:
162

9.4.1.5. Horas de contacto:
72

9.4.1.6. ECTS:
6

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Fernando Jorge Penousal Martins Machado (3 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
Nuno Lourenço (4 h/week)
6 horas por semana a atribuir de acordo com a distribuição de serviço/6 hours per week to assign depending on the distribution of service

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos de base sólidos sobre a área da inteligência artificial ao nível dos fundamentos, técnicas e aplicação prática. Para o efeito estuda-se o desenvolvimento de agentes de complexidade e capacidade crescente seguindo três metáforas: Simbólica, Conexionista e Biológica. Devido ao papel fundamental que desempenham no domínio da Inteligência Artificial é dado destaque aos conceitos de estado, operador de mudança de estado e espaço de estados, e à modelação de problemas através destes conceitos.

As competências principais desenvolvidas são:
Instrumentais – análise e síntese; resolver problemas
Pessoais – raciocínio crítico
Sistémicas – aplicar na prática os conhecimentos; investigar

As competências secundárias são:

Instrumentais – organização e planificação
Pessoais – trabalho em grupo
Sistémicas – aprendizagem autónoma; criatividade

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goals are acquisition of solid base knowledge on the field of artificial intelligence in terms of foundations, techniques and practical application. To serve this purpose the development of agents of increasing complexity and capabilities inspired in three different metaphors – symbolic, connectionist and biological – is studied. Considering the key role they play, particular relevance is given to the concepts of state, state change operator, and state space.

The main competencies to be developed are:
Instrumental – analysis and synthesis, problem solving
Personal – critical thinking
Systemic - practical application of the theoretical knowledge; research

The secondary competences are:
Instrumental – organizing and planning
Personal – work in teams
Systemic – autonomous learning; creativity

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. **Introdução**
 - a. **Definindo Inteligência Artificial**
 - b. **Agentes**
 - c. **Ambientes**
 - d. **Tarefas**
 - e. **Estado, operador de mudança de estado, espaço de estados**
2. **Agentes de estrutura fixa**
 - a. **Reactivos**
 - b. **Procura**
3. **Agentes de estrutura variável**
 - a. **Aprendizes**
 - b. **Adaptativos**
4. **Sociedade de Agentes**
5. **Representação, Conhecimento, Incerteza, Raciocínio**

Para cada tipo de agente são abordados os seguintes tópicos:

- i. **Arquitetura**
- ii. **Representação e raciocínio**
- iii. **Implementação segundo metáfora: simbólica, connexionista, biológica**
- iv. **Aplicação a problemas**

9.4.5. Syllabus:

1. **Introduction**
 - a. **Defining Artificial Intelligence**
 - b. **Agents**
 - c. **Environments**
 - d. **Tasks**
 - e. **State, state change operator, state space**
2. **Fixed-structure agents**
 - a. **Reactive**
 - b. **Search**
3. **Agents of variable structure**
 - a. **Apprentices**
 - b. **Adaptive**
4. **Agents Society**
5. **Representation, Knowledge, Uncertainty, Reasoning**

For each type of agent the following topics are addressed:

- i. **Architecture**
- ii. **Representation and reasoning**
- iii. **Implementation according to metaphor: symbolic, connectionist, biological**
- iv. **Application to problems**

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

O objectivo central da disciplina é a aquisição de conhecimentos de sólidos no domínio da inteligência artificial. As estratégias e métodos de ensino adoptados procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem, levando não só ao desenvolvimento de competências no domínio da inteligência artificial, mas também ao desenvolvimento de competências pessoais genéricas.

A estratégia adoptada é a do desenvolvimento de agentes de complexidade e capacidade crescente, o que nos leva aos estudo de agentes reactivos, de procura, aprendizes e adaptativos. Para cada tipo de agente são abordados os seguintes tópicos: Arquitectura; Representação e raciocínio; Implementação segundo as três metáforas consideradas. Desta forma, tornam-se visíveis as diferenças e semelhanças entre metáforas. As capacidades de análise, síntese, modelação, resolução de problemas e aplicação prática de conhecimentos são reforçadas através da implementação de agentes para a resolução de problemas específicos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The main goal of the curricular unit is the acquisition of solid base knowledge in the field of artificial intelligence. The teaching strategies and methods seek to involve the students in the learning process, contributing to the development of competencies in the field of artificial intelligence and also to the development of generic personal competencies.

The strategy is to develop agents of increasing complexity and abilities, which leads us to the study of reactive, search, learning and adaptive agents. For each type of agent we consider the following topics: Architecture; Representation and reasoning; Implementation according to the three considered metaphors. This makes visible the differences and similarities among metaphors. The capabilities of analysis, synthesis, modeling, problem solving and practical application of knowledge are reinforced through the implementation of agents that solve specific problems

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas possibilitam a exposição detalhada dos conceitos, princípios e técnicas fundamentais, acompanhada de exemplos de utilização em situações reais.

As aulas teórico-práticas têm por objectivo fundamental fazer a ligação entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática.

As aulas práticas laboratoriais focam-se no apoio ao: (i) desenvolvimento dos trabalhos prático (ii) resolução de exercícios.

A avaliação compreende um exame com um peso de 60% no resultado final e uma componente prática com um peso de 40%.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The unit includes theoretical lectures where the fundamental concepts, principles and techniques are presented and explained in detail. Their application to real world situations is also explored.

Lectures of theoretical-practical nature play the role of strengthening the connection between theoretic knowledge and their practical application.

The laboratory classes focus on: (i) development of the projects (ii) solving exercises.

The evaluation includes an exam, which is worth of 60% of the final grade, and a practical component, worth 40%.

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

A estratégia e o método de ensino adoptados procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem, levando não só ao desenvolvimento de competências técnicas específicas à disciplina de Inteligência Artificial, mas também ao desenvolvimento de competências pessoais genéricas.

Os conteúdos teóricos são aplicados no contexto das aulas teórico-práticas através da resolução de problemas. A análise e discussão de casos de estudo permite explorar situações complexas do mundo real que não podem, pela sua complexidade e dimensão, ser implementadas no contexto desta disciplina. Promovem-se assim as capacidades de análise e síntese, de resolução de problemas, de raciocínio crítico e de investigar.

A realização de projectos, em grupo, para além de contribuir para a promoção das competências acima mencionadas contribui para as competências de trabalho em grupo, aplicar na prática os conhecimentos, organização e planificação, aprendizagem autónoma, criatividade e de investigar.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The followed teaching strategy and methodology seek to involve the student in the learning process, conducting to the development of technical competencies specific to the field of Artificial Intelligence, as well as the development of

generic personal competencies.

The theoretical contents are put in practice in the scope of theoretical-practical lectures through problem solving. The analysis and discussion of case studies allows the exploration of complex real world scenarios that, due to their dimension and complexity, cannot be fully implemented in the context of this course. As such, we promote the competencies of analysis and synthesis, problem solving, critical thinking and research.

The group projects, which also contribute to the previously mentioned competencies, promote the competencies of working in teams, practical application of the theoretical knowledge, organizing and planning, autonomous learning creativity and research.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Costa, E., Simões, A.: *Inteligência Artificial - Fundamentos e Aplicações*, FCA - Editora de Informática, 2008.

Russell, S., Norvig, P.: *Artificial Intelligence - A Modern Approach*. Pearson Education 2010: I-XVIII, 1-1132

Anexo II - Análise Matemática II

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática II

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis II

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT/MAT

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

86

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Jorge Sentieiro Neves (12 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Gonçalo Pena (6 h/week)

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

O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:

i) calcular a soma de uma série geométrica ou de uma série de Mengoli;

ii) decidir se uma série de números reais é convergente;

iii) desenvolver uma função real de variável real em série de potências;

iv) calcular a série de Fourier de uma função periódica;

- v) calcular as direção de maior crescimento de uma função real de duas variáveis;
- vi) resolver um problema de extremos condicionados;
- vii) calcular áreas e volumes usando integrais duplos e triplos, respetivamente.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The student who successfully completes this course will be able to:

- i) compute the sum of a geometric series or telescopic series;
- ii) decide whether a series is convergent or not;
- iii) expand a real function as a power series;
- iv) compute the Fourier series of a periodic function;
- v) compute the direction of greatest rate of increase of a real function of two variables;
- vi) solve a constrained extrema problem;
- vii) compute areas and volumes using double and triple integration, respectively.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

I. Séries numéricas e séries de funções

- I.1 Introdução às Séries numéricas, séries elementares
- I.2 Critérios de convergência.
- I.3 Séries de funções
- I.4 Séries de potências
- I.5 Séries de Taylor
- I.6 Séries de Fourier

II. Funções reais de variáveis reais

- II.1 Curvas de nível e Superfícies de nível
- II.2 Limites e continuidade
- II.3 Derivadas parciais e direcionais
- II.4 Gradiente, planos tangentes e aproximações lineares
- II.5 Regra da Cadeia
- II.6 Extremos absolutos e extremos locais, método dos multiplicadores de Lagrange

III. Integrais múltiplos

- III.1 Introdução aos integrais duplos e triplos
- III.2 Teorema de Fubini
- III.3 Mudança de coordenadas

9.4.5. Syllabus:

I. Series of real numbers and Function Series

- I.1 Introduction to series of real numbers, elementary series
- I.2 Convergence criteria
- I.3 Function series
- I.4 Power Series
- I.5 Taylor series
- I.6 Fourier Series

II. Real functions of several real variables

- II.1 Level curves and level surfaces
- II.2 Limits and continuity
- II.3 Partial derivatives and directional derivatives
- II.4 Gradient vector, tangent plane and linearization
- II.5 Chain Rule
- II.6 Global and local extrema. Lagrange multipliers

III. Multiple integrals

- III.1 Introduction to multiple integration
- III.2 Fubini's Theorem
- III.3 Change of coordinates

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

O cálculo da soma de uma série e o estudo da natureza de uma série requerem uma familiarização com os conceitos formais de série e de convergência de série, bem como o conhecimento dos critérios de convergência. O desenvolvimento de uma função em série de potências, que é um caso particular de série de funções, assenta, em primeiro lugar, num bom entendimento da teoria geral das séries de potências e em segundo lugar no conhecimento da teoria das séries de Taylor. O estudo das direções de maior crescimento de uma função real de duas variáveis envolve os conceitos de limite, continuidade, derivação parcial e vetor gradiente, que são os principais temas do segundo

capítulo. O método dos multiplicadores de Lagrange é o método de resolução de um problema de extremos condicionais. Finalmente, o cálculo de áreas e volumes usando integrais múltiplos, usa o Teorema de Fubini e também, frequentemente, mudanças de coordenadas.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The computation of the sum of a series or the study of its convergence requires a basic knowledge of the theory of number series and, as well, the knowledge of the convergence criteria. The expansion of a series as a power series, which is a particular case of a function series, relies firstly on a good understanding of the general theory of power series, and, secondly, on the knowledge of the theory of Taylor Series. The analysis of the directions of greatest rate of growth of real function of two variables involves the notions of limit, continuity, partial derivatives and gradient vector, which are the chief topics of the second chapter. The method of Lagrange multipliers is the tool used in solving a constrained extrema problem. Finally, the computation of areas and volumes using multiple integration uses Fubini's Theorem and also, often, change of coordinates.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino serão predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas serão resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição far-se-á prevalecer uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre será disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching in this course will assume two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching will be mostly expository. During an example class teaching will consist of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support will be available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

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

Nas aulas teóricas a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na aula prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

During the theoretical classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- [1] Stewart, J., Cálculo, Volumes I e II, 5ª edição, Pioneira, S. Paulo. (2006)**
- [2] J. Campos Ferreira, Introdução à Análise Matemática, 11ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 7a. Edição, (2014).**
- [3] J. Carvalho e Silva, Princípios de Análise Matemática Aplicada, McGraw-Hill, (2005).**
- [4] Carlos Sarrico, Análise Matemática, Leitura e exercícios, 6ª edição, Coleção Trajectos Ciência n. 4, Gradiva, (2005).**

Anexo II - Álgebra Linear e Geometria Analítica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Álgebra Linear e Geometria Analítica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Linear Algebra and Analytic Geometry

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT/MAT

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

86

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Sandra Filipa Morais de Figueiredo Marques Pinto (9h semana/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Rodrigo Farinha Matias (6h semana/week)

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

Dotar os alunos dos conhecimentos básicos de Álgebra Linear e Geometria Analítica. Nomeadamente, solucionar sistemas de equações lineares; efetuar operações algébricas com matrizes, compreender e relacionar conceitos e resultados fundamentais de espaços vectoriais, determinar projeções ortogonais e compreender a sua importância no contexto da otimização matemática, compreender e manusear os conceitos de valor próprio e a decomposição espectral de uma matriz. Pretende-se ainda que os estudantes adquiram um conhecimento dos conceitos que lhes permita avaliar do alcance e limitações das matérias estudadas e suas aplicações.

Esta unidade curricular permite desenvolver as seguintes competências instrumentais: análise e síntese, organização e planificação, comunicação oral e escrita, capacidade de resolver problemas e capacidade de cálculo. A nível pessoal permite também desenvolver capacidades de aprendizagem autónoma e espírito crítico, bem como aplicar na prática os conhecimentos teóricos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide the students with the basic knowledge of Linear Algebra and Analytical Geometry. Namely, to solve linear systems of equations, to perform algebraic operations with matrices, understand and relate fundamental concepts and results on vectorial spaces, to determine orthogonal projections and understand their importance in the context of mathematical optimization, to understand and compute eigenvalues and find the spectral decomposition of a matrix. It is also intended that students acquire a knowledge of the concepts in order to assess the scope and limitations of the materials studied and their applications.

The course aims at developing the following skills: analysis and synthesis, organization and planning, oral and written communication, problem-solving skills and computational ability. On the personal level it also allows to develop self-learning skills and independent thinking.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Matrizes.

Resolução de sistemas de equações lineares - Método de eliminação de Gauss.

Inversão de matrizes.

Determinantes.

R^n e seus subespaços: independência linear; base e dimensão; transformações lineares; produto interno; método dos mínimos quadrados.

Diagonalização de matrizes. Aplicação à resolução de sistemas de equações diferenciais lineares.

9.4.5. Syllabus:

Matrices.

Solving of linear systems of equations – the Gaussian elimination method.

Inversion of matrices.

Determinants.

R^n and its subspaces: linear Independence, base and dimension, linear transformations, inner product, least squares method.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
A unidade curricular congrega os tópicos fundamentais do Álgebra Linear e Geometria Analítica, numa perspetiva moderna e que acompanha práticas internacionais atuais. O programa está concebido de modo a dotar os estudantes de ferramentas básicas para o estudo ulterior em diversas unidades curriculares.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The curricular unit brings the fundamental topics of Linear Algebra and Analytical Geometry, in a modern perspective that follows current international practices. The program is conceived to equip the students with the basic tools for further studies in different courses.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino serão predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas serão resolvidos problemas sob orientação do professor. Na exposição far-se-á prevalecer uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre será disponibilizado aos alunos apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classes are of theoretical and theoretical-practical type. The teaching methods in the theoretical components will be predominantly expository. In the practical components problems will be solved under the guidance of the teacher. The strong interaction between concepts and their practical application must be discussed, giving as much as possible a central role in the visualization and analysis of particular situations before making a progressive abstraction of the concepts being introduced. Some tutorial support will be available to help the students solving the proposed tasks.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A combinação do trabalho teórico e prático é a chave para atingir os objetivos. Nas aulas faz-se a apresentação e desenvolvimento dos tópicos que constituem os conteúdos programáticos da unidade curricular, incluindo as técnicas matemáticas a adquirir pelos estudantes. Estes devem ser incentivados a adotar uma atitude participativa nas aulas e a resolver as tarefas propostas como trabalhos de casa, aplicando as metodologias apresentadas nas aulas teóricas e teórico-práticas.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Combining theoretical and practical work is the key to attain the goals. Classes allow the presentation and development of the topics that form the syllabus of the course, including the mathematical techniques to be acquired by the students. These should be encouraged to participate in the classroom work and to solve the tasks proposed as homework, applying the methodologies presented in class.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Ana Paula Santana e João Filipe Queiró, Introdução à Álgebra Linear, Gradiva, 2010.***
- Gilbert Strang, Linear Algebra and Its Applications, Harcourth Brace Jovanovich, 3rd ed, 1988.***

Anexo II - Algoritmos e Estruturas de Dados

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Algoritmos e Estruturas de Dados

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Algorithms and Data Structures

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Carlos Manuel Robalo Lisboa Bento (3 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Paulo Simões (4 h/week)

João Paulo Fernandes (4 h/week)

6 horas por semana a atribuir de acordo com a distribuição de serviço/6 hours per week to assign depending on the distribution of service

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

Após a conclusão da unidade curricular deve demonstrar conhecimento e capacidade de compreensão nos seguintes aspectos: análise de complexidade; técnicas gerais de projecto de algoritmos; estruturas de dados e algoritmos de ordenamento (características, memória ocupada, velocidade de execução).

Aplicação de conhecimentos e compreensão: aplicação dos conhecimentos sobre análise de complexidade; reconhecimento e compreensão do carácter recursivo das várias estruturas de dados e algoritmos estudados; capacidade de análise comparativa.

Realização de julgamento/tomada de decisão: capacidade de decisão sobre as estruturas de dados e algoritmos; capacidade de decisão sobre técnicas de programação avançada.

Comunicação: reforço de competências de comunicação escrita; reforço de competências de comunicação oral na expressão de julgamento/tomada de decisão em situações concretas.

Competências de auto-aprendizagem: aprendizagem autónoma e auto-orientada na área.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After conclusion of this unit, the student should exhibit knowledge and understanding on the following topics: complexity analysis; general techniques for algorithm design; data structures and sorting.

Application of knowledge and understanding for: complexity analysis; understanding on the recursive nature of the various data structures and algorithms; comparative analysis.

Judgement and decision making: decision on data structures, sorting algorithms and algorithm design.

Communication skills: reinforcement on the competencies on written communication for elaboration of technical reports; oral communication of decisions in context.

Self-learning skills: self-learning and identification of credible sources.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Análise de complexidade.*

- *Técnicas gerais de projecto de algoritmos.*

- *Árvores. Árvores AVL, VP, amontoados, listas de saltos, árvores B.*

- *Grafos.*

- *Algoritmos de ordenamento: shell sort, merge sort, quick sort, radix sort, MSD, LSD.*

- *Tabelas de dispersão.*

- *Tópico seleccionado (ex. mapeamento de cadeias de caracteres)*

9.4.5. Syllabus:

- *Complexity analysis.*

- *Advanced techniques of algorithm design.*
- *Trees. AVL, VP, heaps, skip lists, B trees.*
- *Graph theory.*
- *Sorting algorithms: shell sort, merge sort, quick sort, radix sort, MSD, LSD.*
- *Hash tables.*
- *Selected topics (e.g. string matching)*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
A unidade curricular tem três temas centrais: análise de complexidade e design de algoritmos; estruturas de dados; algoritmos de ordenamento. Tal como é visível pelos quadros anteriores, os objectivos da unidade curricular estão perfeitamente ajustados com o programa curricular definido.

Mais detalhadamente, a divisão da unidade curricular e sequenciação através dos três módulos fundamentais acima indicados corresponde numa primeira fase à aquisição de conhecimentos – análise de complexidade e design de algoritmos – que vão depois ser utilizados transversalmente nos módulos seguintes.

Os tópicos descritos são exercitados através da realização de exercícios teórico-práticos durante as aulas, programação de estruturas e algoritmos e do recurso a demonstradores disponíveis na internet que permitem realçar os impactos ao nível de complexidade espacial e temporal associados às várias estruturas de dados e algoritmos estudados e uma prova escrita no final do semestre.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The curricular unit is supported in three main sub-units: complexity analysis and algorithm design; data structures and sorting algorithms. As it is evident from the previous paragraphs, the goals of the curricular unit match the curricular program for this unit.

In more detail, the division of the unit in sub-units and their sequencing corresponds in a first step to the acquisition of knowledge and skills that will be necessary for the topics of data structures and sorting.

Described topics will be exercised by way of theoretical-practical tasks to be performed in class, programming of structures and algorithms, demonstrations and end term exam.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Processo de ensino/aprendizagem suportado em aulas Teóricas; aulas Teórico-Práticas e de Prática de laboratório; Demonstradores e Plataforma Mooshak.

Aulas Teórico-Práticas e Práticas de Laboratório de acompanhamento dos Trabalhos Práticos, e apoio à plataforma Mooshak.

Momentos de avaliação: Prova Escrita; Trabalhos Práticos.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The learning process is supported on the following instruments: theoretical classes, theoretical-practical classes, lab, demonstrators of data structures and sorting, platform Mooshak for submission of programs, and exercises for reinforcement of the formative and summing evaluation.

Theoretical-practical classes and laboratory practices to follow the practical work, and support to the Mooshak platform.

Assessment moments: Written test; Practical Work.

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

Metodologias de ensino:

Os tipos de aulas em que a unidade curricular está estruturada são clássicos, validados por vários anos de prática e adequados aos objectivos da unidade curricular. Os conceitos são primeiramente apresentados nas aulas teóricas, onde os mesmos são discutidos de forma interactiva, exercitados brevemente e suportados em demonstrações. Nas aulas teórico-práticas e nas laboratoriais são exercitados exaustivamente.

Recursos adoptados:

Em termos de recursos, é utilizada bibliografia de referência na área.

Além das referências bibliográficas, os slides de apoio às aulas teóricas constituem uma referência importante para síntese das matérias abordadas.

Métodos de avaliação:

São descritos no parágrafo anterior.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

Teaching methodologies:

The types of classes in which the curricular unit is structured are classical, validated along years of practice, and matching the goals of the unit. Concepts are firstly presented in the theoretical classes where they are interactively discussed, exercised and demonstrated using various configurations on demonstrator platforms available in the web, permitting to gain sensibility to aspects like spatial and temporal complexity of the data structures and sorting algorithms under study. Theoretical-Practical classes and lab classes are used for exercising exhaustively the topics of the unit.

Adopted resources

It is used the bibliography of reference in the area.

In complement to the bibliography the students have to their use the slides supporting the theoretical classes which constitute a reference and a synthesis on the topics of the unit.

Evaluation methods:

See the previous section.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Algorithms in C, Parts 1-5 (Bundle): Fundamentals, Data Structures, Sorting, Searching, and Graph Algorithms (3rd Edition) (Bundle) (Paperback) by Robert Sedgewick (Author)

Introduction to Algorithms (Hardcover) by Thomas H. Cormen (Author), Charles E. Leiserson (Author), Ronald L. Rivest (Author), Clifford Stein (Author)

An Introduction to the Analysis of Algorithms 1st Edition by Robert Sedgewick (Author), Philippe Flajolet (Author)

Anexo II - Análise Matemática I

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis I

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT/MAT

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

86

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Jorge Sentieiro Neves (12 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

João Nogueira (6 h/week)

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

O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:

- i) calcular limites de sucessões e funções para além dos estudados no secundário;*
- ii) calcular primitivas de funções elementares, potências de trigonométricas e hiperbólicas e de frações racionais;*
- iii) usar o Teorema Fundamental do Cálculo para calcular áreas de figuras, volumes de sólidos e comprimentos de curvas;*
- iv) resolver uma equação diferencial de variáveis separáveis;*
- v) resolver uma equação diferencial linear de primeira ordem;*
- vi) resolver equações diferenciais lineares de ordem superior à primeira.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The student that successfully completes this course will be able to:

- i) compute the limit of a sequence or function beyond the scope of those studied in High School;*
- ii) integrate elementary functions, powers of trigonometric and hyperbolic functions and rational functions;*
- iii) use the Fundamental Theorem of Calculus to compute areas of plane figures, volumes of solids and lengths of curves;*
- iv) solve a differential equation with separable variables;*
- v) solve a linear differential equation of order one;*
- vi) solve linear differential equations of order larger than one.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

I. Sucessões e funções reais de variável real

I.1 Topologia da reta real. Axioma do supremo

I.2 Sucessões: limites e propriedades básicas

I.3 Funções trigonométricas, funções hiperbólicas e suas inversas

I.4 Limites, continuidade e diferenciabilidade de funções reais de variável real

I.5 Teorema de Rolle, Teorema do valor médio de Lagrange e seus corolários. Regra de Cauchy

II. Integração

II.1 Introdução à primitivação: primitivas elementares

II.2 Primitivação por partes e primitivação de potências de funções trigonométricas e hiperbólicas

II.3 Primitivação de frações racionais

II.4 Primitivação por substituição

II.5 Integral definido e Teorema Fundamental do Cálculo

II.6 Volumes de sólidos de revolução e comprimentos de curvas

II.7 Integração numérica

II.8 Integrais impróprios

III. Equações diferenciais ordinárias.

III.1 Equações de variáveis separáveis

III.2 Equações diferenciais lineares de primeira ordem

III.3 Equações diferenciais lineares de ordem superior à primeira

9.4.5. Syllabus:

I. Real sequences and real functions of a single variable

I.1 Elementary topology of the reals. The supremum axiom

I.2 Sequences of real numbers: limits and basic properties

I.3 Trigonometric and hyperbolic functions and their inverses

I.4 Limits, continuity and differentiability of real functions of a single variable

I.5 Rolle's Theorem, Lagrange Mean Value Theorem and its corollaries. Cauchy's rule.

II. Integration

II.1 Introduction to integration. Elementary integration

II.2 Integration by parts and integration of powers of trigonometric and hyperbolic functions

II.3 Integration of rational functions

II.4 Integration by substitution

II.5 The Riemann integral of a function and the Fundamental Theorem of Calculus

II.6 Volume of solids of revolution and lengths of curves

II.7 Numerical integration

II.8 Improper integrals

III. Ordinary differential equations

III.1 Equations with separable variables

III.2 Linear equations of order one**III.3 Linear equations of order larger than one**

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
No âmbito do cálculo de limites de sucessões e funções é necessário começar com a formalização destes conceitos e é necessário visitar o conceito de derivada de função real (conhecido do programa de Matemática A) já que este está envolvido no cálculo de alguns tipos de limite. A noção de derivada é também necessária para os conteúdos programáticos e objetivos de aprendizagem subsequentes. Os teoremas clássicos da análise real desempenham um papel importante na teoria do integral de Riemann. A técnica de primitivação é fundamental ao cálculo integral e suas aplicações, que é outro dos objetivos de aprendizagem. Finalmente, para um domínio dos métodos principais de resolução de equações diferenciais ordinárias simples, é necessário percorrer os temas do último capítulo do programa.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

To understand limits of sequences and functions it is necessary to start with the formalization of these notions. Additionally, in the computation of limits the notion of derivative of a function is required. Derivatives also come into play in the remainder of the course. The classical theorems of analysis have a central role in the theory of the Riemann integral. The technique of integration of a function is fundamental to calculus and its applications, which is another of the course objectives. Finally, for a good understanding of the chief methods for solving ordinary linear differential equations it is necessary to cover the topics of the last chapter of the syllabus.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino serão predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas serão resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição far-se-á prevalecer uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre será disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching in this course will assume two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching will be mostly expository. During an example class teaching will consist of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support will be available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

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

Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- [1] Stewart, J., *Cálculo, Volumes I e II, 5ª edição, Pioneira, S. Paulo. (2006)*
- [2] Zill, D. G., *Equações Diferenciais com aplicações em modelagem, Thomson, S. Paulo. (2003)*
- [3] J. Campos Ferreira, *Introdução à Análise Matemática, 11ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 7a. Edição, (2014).*
- [4] J. Carvalho e Silva, *Princípios de Análise Matemática Aplicada, McGraw-Hill, (2005).*
- [5] Carlos Sarrico, *Análise Matemática, Leitura e exercícios, 6ª edição, Colecção Trajectos Ciência n. 4, Gradiva, (2005).*

Anexo II - Análise e Transformação de Dados

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise e Transformação de Dados

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Data Analysis and Transformation

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Alberto Jorge Lebre Cardoso (7 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

César Alexandre Domingues Teixeira (8 h/week)

Joel Perdiz Arrais (2 h/week)

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

A unidade curricular corresponde a uma visão alargada e integradora das ferramentas de análise, modelação e transformação de dados para o tratamento computacional dos fenómenos e processos dinâmicos do mundo material e imaterial. Este assunto é apresentado em contextos específicos da Engenharia Informática e da sua interligação com outros domínios.

A disciplina pretende desenvolver as seguintes competências:

- Compreensão e interpretação de fenómenos e processos dinâmicos do mundo real e virtual;**
- Capacidade de análise de dados suportada por ferramentas computacionais;**
- Aprofundamento do raciocínio matemático para extração de informação;**
- Capacidade de resolução de problemas concretos no âmbito da análise e transformação de dados uni e multidimensionais no domínio do tempo, do espaço e da frequência.**

A disciplina também contribui para o desenvolvimento de competências a nível do trabalho em grupo, do raciocínio crítico, da capacidade argumentativa, da pesquisa e da autoaprendizagem.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course corresponds to a broad and integrated vision of the tools of data analysis, modelling and transformation for the computational treatment of the dynamic phenomena and processes of the material and immaterial worlds. This is covered in specific contexts of Informatics Engineering and of its interconnection with other domains.

The course aims to develop the following skills:

- Understanding and interpretation of dynamic phenomena and processes of the real and virtual worlds;**
- Ability for data analysis supported by computational tools;**
- Deepening of mathematical reasoning to information extraction;**
- Ability to solve practical problems supported on the analysis and transformation of one and multi-dimensional data in time, space and frequency domains.**

The course also contributes to the development of skills at the level of teamwork, critical thinking, argumentative capacity, research and self learning.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Capítulo 1: Introdução

- *Razões para a Análise e Transformação de Dados*
- *Análise de fenómenos dinâmicos*
- *Interação do computador com o mundo exterior*
- *Sinais e suas propriedades*

Capítulo 2: Análise de Séries Temporais

- *Introdução*
- *Processos estacionários e não-estacionários*
- *Componentes das Séries Temporais*
- *Identificação de Modelos*

Capítulo 3: Sistemas Lineares

- *Sistemas em Tempo Discreto*
- *Transformada de Z*
- *Propriedades dos sistemas*
- *Análise de Sistemas*

Capítulo 4: Transformadas de Fourier

- *Transformadas de Fourier (FS, FT, DTFT, DFT),*
- *Resposta em frequência e teorema da amostragem*
- *Resolução e Ruído*
- *Filtros digitais*

Capítulo 5: Análise Tempo-Frequência

- *Transformada de Fourier em Janelas (STFT)*
- *O dilema do princípio da incerteza*
- *Transformada de Wavelet*

Capítulo 6: Outras Transformadas

- *Transformada Karhunen-Loève*
- *Outras transformadas de base ortogonal*
- *Transformações para compressão de dados*
- *Exemplos em vários domínios de aplicação*

9.4.5. Syllabus:

Chapter 1: Introduction:

- *Reasons for Data Analysis and Transformation*
- *Analysis of dynamic phenomena*
- *Environment-computer interaction*
- *Signals and their properties*

Chapter 2: Time Series Analysis

- *Introduction*
- *Stationary processes*
- *Non-stationary processes*
- *Components of the Time Series*
- *Models identification*

Chapter 3: Linear Systems

- *Discrete-Time Systems*
- *Z Transform*
- *Properties of systems*
- *Systems Analysis*

Chapter 4: Fourier Transforms

- *Fourier Transforms (FS, FT, DTFT, DFT)*
- *Frequency response and sampling theorem*
- *Resolution and Noise*
- *Digital filters*

Chapter 5: Time-Frequency Analysis

- *Short-Time Fourier Transform (STFT)*
- *The dilemma of the uncertainty principle*
- *Wavelet Transform*

Chapter 6: Other Transforms

- *Karhunen-Loève Transform*

- *Other transforms of orthogonal basis*
- *Transformations for data compression*
- *Examples in various application domains*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Muitos dos problemas importantes com que se deparam os Engenheiros Informáticos são em grande medida desafios que exigem perícia em matérias como a análise de fenómenos dinâmicos por recurso a fontes de informação contínuas ou discretas, imprecisas, complexas e frequentemente correlacionadas.

Os conteúdos programáticos estão estruturados de forma a proporcionar aos estudantes uma perspetiva alargada e integradora de ferramentas computacionais, como o Matlab ou módulos em Python, para a análise, modelação e transformação de dados associados a fenómenos e processos dinâmicos do mundo real e virtual.

Para favorecer a compreensão destes assuntos, são analisados problemas informáticos centrais e interdisciplinares tais como o tratamento de dados multimédia (sinais, séries temporais, áudio, imagens, ...), a codificação, os sistemas físicos e fisiológicos, os sistemas de comunicação de dados, a extração de informação característica, a redução de espaço para a aprendizagem e interpretabilidade.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Many of the major problems faced by IT engineers are mostly challenges that require expertise in areas such as the analysis of dynamic phenomena through the use of information sources, continuous or discrete, uncertain, complex and often correlated.

The syllabus are structured to give students a broad and integrative perspective of computational tools, such as Matlab or modules in Python, for analysis, modelling and processing of data associated with dynamic phenomena and processes of real and virtual worlds.

To promote the understanding of these issues, central computer and inter-disciplinary problems are analyzed such as the multimedia data (signals, time series, audio, images, video, ...) processing, coding, the physical and physiological systems, data communication systems, the extraction of characteristic information, the space reduction for learning and interpretability.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- *Aulas teóricas (2h/sem) para apresentação e discussão da matéria e resolução de exercícios, estabelecendo a interligação com as outras aulas, usando meios audiovisuais e demonstrações computacionais.*
- *Aulas teórico-práticas (1h/sem) para introdução à resolução analítica e computacional dos exercícios das fichas práticas.*
- *Aulas práticas laboratoriais (2h/sem) para apoio à realização de várias fichas práticas.*

Recursos:

- *Slides de apoio às aulas teóricas*
- *Bibliografia diversa*
- *Fichas práticas*
- *Questionários online (no Moodle) para treino e autoaprendizagem*
- *Software: Matlab e Python*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

- *Theoretical classes (2h/week) for presentation and discussion of the matter and problem solving, establishing links with the other classes, using slides and computer demonstrations.*
- *Theoretical-practical classes (1h/week) for introduction to analytical and computational resolution of practical exercises.*
- *Practical Laboratorial classes (2h/week) to support the execution of several practical works.*

Resources:

- *Slides to support theoretical classes*
- *Miscellaneous Bibliography*
- *Practical works*
- *Quizzes Online (using Moodle) for training and self-learning*
- *Software: Matlab and Python*

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

Os tipos de aulas em que a unidade curricular está estruturada procuram envolver os alunos num processo de aprendizagem ativa. Os conceitos são inicialmente apresentados nas aulas teóricas, sendo posteriormente discutidos e exercitados nas aulas teórico-práticas e nas aulas práticas laboratoriais. À medida que cada capítulo é apresentado, são discutidos e resolvidos vários exercícios de aplicação, incentivando os alunos a tomar a iniciativa de resolver os exercícios propostos nas fichas práticas.

A disponibilização de questionários online através da plataforma Moodle oferece aos alunos a possibilidade de acompanharem a matéria de forma permanente e validarem a aprendizagem.

Nas aulas teórico-práticas, são dadas indicações sobre a resolução dos exercícios propostos em cada ficha, tendo os alunos a oportunidade para realizar as tarefas do mini-projeto de forma faseada e com acompanhamento de proximidade nas aulas práticas laboratoriais.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The types of classes in which the course is structured seek to engage students in an active learning process. The concepts are initially presented in the theoretical classes and subsequently discussed and practiced in the theoretical-practical and practical laboratory classes. As each chapter is provided, various practical exercises are discussed and solved, encouraging students to take the initiative to solve the exercises of the practical works.

The availability of online questionnaires via Moodle platform offers students the opportunity to follow the matter permanently and validate the learning process

In the theoretical-practical classes, indications are given for the resolution of the proposed exercises in each practical work, having the students the opportunity to accomplish the tasks of the mini-project in stages and with close monitoring in the practical laboratory classes.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Steven Smith, "The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing", eBook: <http://www.dspguide.com/>
- Glyn James, "Advance Modern Engineering Mathematics", 4th edition, Pearson, 2011
- A. V. Oppenheim, R. W. Shafer, "Discrete-time signal processing", 2nd ed. Prentice-Hall, 1999
- K. Sayood, "Introduction to data compression", 2nd edition, Morgan Kaufman, 2000
- J. Stein, "Digital Signal Processing – a computer science perspective", Wiley, 2000
- E. Kamen, B. Heck, "Fundamentals of Signals and Systems - Using Matlab", Prentice Hall, 1997
- Chatfield, C., "The analysis of time series – an introduction". 5th ed. Chapman and Hall, London, UK, 1996
- Brockwell and Davis, Introduction to Time Series and Forecasting, Second Edition, Springer, 2003

Anexo II - Arquitetura de Computadores

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Arquitetura de Computadores

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Architecture

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Paulo Peixoto (9 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Proporcionar ao aluno uma noção global do funcionamento de um sistema computacional, na perspetiva do programador e do projetista de sistemas digitais, com especial enfoque em: (i) conhecimentos sobre arquiteturas de computadores atuais e compromissos que devem ser tidos em consideração no desenvolvimento de um sistema computacional; (ii) programação em linguagem Assembly; e (iii) compreensão da forma como o software interage com o hardware.

De uma forma geral, aquisição de competências em análise e síntese, resolução de problemas, trabalho de grupo, raciocínio crítico, entendimento da linguagem de outros, aprendizagem autónoma, adaptabilidade a novas situações, e adaptação prática dos conhecimentos teóricos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Providing a global view about the functioning of modern computers, filling the gap between the contents taught during the courses of high-level programming languages and digital systems design. At the end of the curricular unit, the student is expected to acquire the following skills: (i) knowledge about modern computer architectures and tradeoffs that must be considered during the design of a computer system; (ii) programming using Assembly languages; (iii) understanding the interaction between software and hardware.

Globally, the students should be able of developing and acquiring analysis and synthesis competencies, problem-solving techniques, capacity to develop teamwork, analyzing problems under different perspectives and propose new solutions, understanding other people's language, autonomous learning, adaptability to new situations and practical adaptation of theoretical knowledge.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Módulo 1: Introdução à Arquitetura de Computadores

- Organização e funcionamento do CPU (unidade de lógica e controlo (ALU) e datapath)
- Execução paralela usando Pipelining
- Hierarquia de memória
- Unidade de Entrada/Saída

Módulo 2: Programação em Assembly para o MIPS

- Instruções aritméticas básicas
- Instruções de leitura e escrita da memória
- Mecanismos para controlo do fluxo de execução
- Codificação de instruções
- Números e representação em floating-point
- Criação de um executável (compilação, assemblagem, linkagem, etc.)

Módulo 3: Linguagens de alto-nível e o Hardware

- Ponteiros e endereçamento de memória
- Zonas de memória: código, alocação estática, pilha, e “heap” para alocação dinâmica
- Gestão de memória dinâmica
- Chamada a Funções/Procedimentos
- Portos de I/O e programação de hardware

9.4.5. Syllabus:

Module 1: Introduction to the Computer Architecture

- CPU organization (Datapath and control unit)
- Parallel execution using Pipelining
- Memory Hierarchy
- Input/output

Module 2: Assembly for MIPS

- Basic arithmetic instructions
- Reading and writing in the memory
- Mechanisms for controlling the execution flow
- Instruction codification
- Numbers and floating-point representation
- Making an executable (compiler, assembler, linker, etc.)

Module 3: High-Level Language and Hardware

- Pointers and memory addressing
- Memory zones: code segment, static memory, stack, heap and dynamic allocation
- Management of dynamic memory
- Calling Procedures/Functions

- I/O ports and hardware programming

- 9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**
O módulo 1 aborda o estudo e design de uma arquitetura RISC, usando como exemplo ilustrativo o microprocessador MIPS. Pretende-se que o aluno compreenda as condicionantes associadas à conceção do hardware que suporta um processador deste tipo.

O módulo 2 está interligado com o módulo 1 e estuda em detalhe o instruction set da arquitetura MIPS. É enfatizada a ideia de que a compilação converte código fonte de alto-nível num conjunto pré-definido de instruções fisicamente implementadas pelo processador e que o encadeamento desse conjunto finito de instruções permite realizar programas complexos.

O módulo 3 descreve como o hardware executa aquilo que é programado numa linguagem de alto nível, falando-se sobre as formas de armazenamento de dados, a alocação e endereçamento de memória e a passagem de parâmetros entre funções. No final do módulo o aluno deverá ser capaz de desenvolver pequenas rotinas em Assembly chamadas a partir de código desenvolvido numa linguagem de alto nível.

- 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

Module 1 studies the design of a RISC architecture and the major tradeoffs that must be considered on the development of such a design. The MIPS processor will be used as a case study for this architecture. The student is expected to understand the principles and concepts underlying the development of such hardware systems.

Module 2 studies in detail the instruction set of the MIPS architecture. We emphasize the idea that compilation converts high-level code into basic pre-defined instructions that are physically implemented by the processor, and that the chaining of such finite set of instructions allows writing complex programs.

Module 3 studies how hardware executes what is specified in the source code of a high-level programming language, exploring topics as different ways of storing data in a program, memory addressing and allocation and how parameters are passed between functions. The student should be able to develop small Assembly routines called from high-level code.

- 9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

As aulas teóricas introduzem os conceitos fundamentais sobre o desenho e implementação de uma arquitetura de computadores e a forma como o software se relaciona com ela.

As aulas teórico-práticas vão incidir na resolução de problemas, para posterior aplicação do conhecimento adquirido nas aulas laboratoriais.

A componente laboratorial consiste na realização de um conjunto de trabalhos práticos cujo enunciado é disponibilizado antecipadamente aos alunos e que acompanham e ilustram os conceitos apresentados nas aulas teóricas.

- 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

The theoretical sessions introduce some of the fundamental concepts behind the design and implementation of a computer architecture, presenting the way software relates to this architecture.

The theoretical and practical sessions will focus on problem-solving, for subsequent application of the acquired knowledge in practical laboratory classes.

The lab sessions consist of weekly practical assignments, previously available to the students, that apply and illustrate the contents taught during the theoretical courses.

- 9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

A unidade curricular combina objetivos de âmbito teórico/conceitual (interação do software com o hardware, organização e arquitetura de sistemas computacionais) com a aquisição de competências práticas (programação em Assembly e interface com linguagens de alto nível. As duas componentes estão intimamente interligadas e a avaliação é realizada quer por exames de natureza teórica, quer pela realização de fichas de trabalho prático. O facto de serem distribuídos trabalhos com periodicidade semanal e existir uma avaliação contínua obriga o aluno a fazer um acompanhamento sistemático da matéria lecionada ao longo do semestre. Tal é absolutamente essencial para garantir uma assimilação crítica dos conceitos, bem como uma boa aquisição das competências previstas, nomeadamente ao nível da adaptabilidade a novas situações e da adaptação prática dos conhecimentos teóricos e, a um nível mais avançado, da competência em análise e síntese.

- 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

The course aims to provide to the student both theoretical/conceptual competencies (software-hardware interaction, an organization of modern computer architectures, principles of abstraction using layers) and practical skills (introductory Assembly programming and interfacing with a high-level language). The two types of competencies are closely related, and the grading is based both on written exams and practical lab assignments. The weekly evaluation of the assignments forces students to follow the course throughout the semester effectively. This is vital for correct assimilation of the contents and for acquiring the planned skills, in particular regarding the capacity of the student to quickly adapt to new situations, the capacity of adapting the theoretical concepts to practical situations, and at a more advanced level to develop analysis and synthesis competencies.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. Slides das Aulas / Slides from the Theoretical Courses*
- 2. D.A. Patterson and J. L. Hennessy. Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface, 4th edition, Morgan Kaufmann.*
- 3. B. W. Kernighan and D. M. Ritchie. The C Programming Language, 2nd edition, Prentice Hall.*

Anexo II - Bases de Dados

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bases de Dados

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Database Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Pedro Furtado (5 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

João Barata (6 h/week)

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

Esta unidade curricular pretende fornecer aos alunos noções importantes sobre o projecto de bases de dados. Pretende-se que o aluno, após obter aprovação nesta disciplina, tenha compreendido os conceitos fundamentais sobre projecto de bases de dados, nomeadamente sobre técnicas de análise e modelação de dados e que saiba utilizar uma linguagem para manipulação de dados como o SQL. Pretende-se também que o aluno seja capaz de desenvolver uma aplicação informática que incorpore uma base de dados, passando por todas as fases do processo desde a análise até à implementação.

Será dada especial atenção à componente prática da formação, através da utilização de um conjunto de produtos e de ferramentas para análise, concepção e construção de aplicações de bases de dados.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This curricular unit main goal is to provide students with important theoretical knowledge fundamental for the project of a database system. After attending this course, the student should understand the background theory behind a database project, namely requirement analysis, data analysis and modeling and data manipulation using an appropriate query language like SQL.

After attending this course, the student should be able to develop an application that integrates a database, taking into account all the methodologies learned.

Special care will be put in the practical component of the course. The student will be introduced to a set of tools typically used on a database project.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos Sistemas de Gestão de Bases de Dados;

Modelo conceptual de dados: Modelo Entidade-Relacionamento;

Modelo relacional de dados;

Teoria da Normalização;

Álgebra Relacional;

Linguagem SQL;

Desenvolvimento de aplicações de Bases de Dados;

Integridade e Segurança numa Base de Dados;

Introdução a PL/SQL;

Introdução ao motor de bases de dados: índices, ficheiros, tabelas, dicionário de dados;

Introdução a outras bases de dados: NoSQL;

9.4.5. Syllabus:

Introduction to Database Management Systems;

Conceptual data models: ER model;

The relational model;

Normalization theory;

Relational algebra;

SQL Query Language;

Development of Database applications;

Integrity and Security in a DBMS;

PL/SQL, NoSQL engine.

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

Sendo objectivo desta unidade curricular dotar os alunos de conhecimento teórico que lhes possibilitem projectar e implementar uma aplicação contendo uma base de dados, toda a estrutura do curso está pensada de forma a cobrir todas as etapas normalmente tidas em conta no projecto de uma base de dados. Assim, é feita em primeiro lugar uma introdução aos sistemas de gestão de bases de dados. De seguida introduz-se os conceitos de modelo conceptual de dados e de modelo relacional de dados. Mostra-se a necessidade de ferramentas formais de análise dos modelos para garantir a sua normalização. Posteriormente apresentam-se as ferramentas de manipulação de dados, mostrando a sua base matemática recorrendo à álgebra relacional. Finalmente apresentam-se questões práticas a ter em conta no desenvolvimento de uma aplicação que integre uma base de dados a apresentam-se algumas questões importantes para garantir a integridade e a segurança de uma base de dados.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Since the main goal of this course is to capacitate each student with theoretical knowledge that can be used to design a database application, the structure of the course is organized to cover each step of this design. So to start, an introduction to database management systems (DBMS) is given. Next, the notions of conceptual data model and relational data model are introduced. To guarantee an optimal design for the data model some formal tools to assess the degree of data normalization are also introduced. Later on, some data manipulation tools are also presented, supported by a relational algebra framework. Finally some practical questions related to the development of an application based on a database are addressed, so as questions related with the integrity and security of DBMS.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e com a resolução de exercícios práticos elementares que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais. As aulas laboratoriais consistem na realização de trabalhos práticos que permitam ao aluno consolidar os conhecimentos teóricos adquiridos. É realizado um trabalho prático dividido em

duas partes, que cobre as etapas do projecto de uma base de dados, para além de ser feita uma introdução à implementação de uma aplicação

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes with detailed presentation, using audiovisual means, of the concepts, principles and fundamental theories and solving of basic practical exercises to illustrate the practical interest of the subject and exemplify its application to real cases. Laboratory classes where practical aspects of database design will be addressed, allowing the student to consolidate the theoretical background involved on a typical database design project. Two assignments will be proposed covering all stages of database design.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. A estratégia e o método de ensino adoptado seguem o que é mais comumente aceite para o ensino de metodologias de análise e projecto de uma base de dados.

Esta é uma área com uma componente teórica significativa o que obriga a existência de aulas do tipo magistral onde esse conhecimento é ministrado.

Sendo este um curso introdutório é fundamental acompanhar cada uma das unidades programáticas com trabalhos experimentais que permitam ao aluno consolidar de forma mais sistemática os conceitos apresentados. Pretende-se também que o aluno se familiarize com algumas das ferramentas comumente utilizadas no projecto de uma base de dados. No final do curso, graças a esta componente experimental, o aluno será capaz de produzir uma aplicação que integre uma base de dados. Alias, este é o objectivo do projecto final a desenvolver por cada aluno individualmente.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching strategy and methods adopted for this course follow the commonly accepted strategies for the teaching of database design. Since in this course there is a strong theoretical background, a theoretical class is mandatory. Being this course an introductory course it is essential that each theoretical concept should be consolidated with a set of practical assignments where the student will be able to interact with the set of tools typically used on a database project. This will be achieved on the laboratory classes. By the end of this course the student will be able to develop an application capable of interacting with a database. This is actually the goal of the final project that each student must undergo.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Ramez Elmasri e Shamkant B. Navathe (2015), *Fundamentals of Database Systems (7th Edition)*, Addison-Wesley Publishing
- Raghu Ramakrishnan e Johannes Gehrke (2003) *Database Management Systems (3rd Edition)*, McGraw-Hill
- Pedro Furtado (2018) – *Diapositivos das aulas teóricas de Bases de Dados, DEI-FCTUC.*
- Pedro Furtado (2018) – *Folhas Laboratoriais de Bases de Dados, DEI-FCTUC.*

Anexo II - Compiladores

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Compiladores

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Compilers

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Raul André Brajczewski Barbosa (3 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

João Paulo Fernandes (6 h/week)

Nuno Lourenço (6 h/week)

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

Proporcionar ao estudante um contacto aprofundado com as metodologias e técnicas de compilação de programas escritos em linguagens de alto nível, com vista à geração de código executável. Em particular, o estudante deverá passar a compreender: os objetivos e a arquitetura de um compilador; os princípios das análises lexical, sintática e semântica e saber construir essas fases de um compilador, quer de raiz quer usando ferramentas adequadas; e os princípios da geração de código. Para além da construção de compiladores, este conhecimento tem aplicação em amplas questões na informática. Além destas competências relacionadas com o âmbito de estudo, espera-se que os alunos desenvolvam capacidades de análise e de síntese, de raciocínio crítico, de aplicação prática dos conhecimentos adquiridos e se preocupem com questões de qualidade. Também se pretende fomentar a aprendizagem autónoma, a capacidade de trabalho em grupo, a comunicação oral e escrita e a capacidade de resolver problemas.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide the student with an in-depth contact with methodologies and techniques for compiling programs written in high-level languages, aiming to generate machine code. In particular, the student should come to: understand the goals and architecture of a compiler; understand the principles of lexical, syntactic and semantic analysis, and be able to construct these phases of a compiler, both from scratch and using appropriate tools; understand the principles of final code generation. This body of knowledge has application in a wide range of questions beyond compiler construction. In addition to these subject-related skills, students are expected to develop other skills, including analysis and synthesis, critical reasoning, practical application of the acquired knowledge, and an attention to quality. Autonomous learning, the ability to work in a team, oral and written communication, and problem solving skills are also to be fostered.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Objetivos e arquitetura de um compilador*
- 2. Análise lexical*
- 3. Análise sintática (descendente e ascendente)*
- 4. Sintaxe abstrata*
- 5. Análise semântica*
- 6. Registos de ativação*
- 7. Representação intermédia*
- 8. Geração de código*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Goals and architecture of a compiler*
- 2. Lexical analysis*
- 3. Syntax analysis (top-down and bottom-up parsing)*
- 4. Abstract syntax*
- 5. Semantic analysis*
- 6. Activation records*
- 7. Intermediate representation*
- 8. Code generation*

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

Os conteúdos estudados seguem de perto a arquitetura típica de um compilador, sendo apresentados na sua sequência lógica. Enquanto o ponto 1. pretende levar os estudantes a compreender que a compilação é, ela própria, um grande exercício de análise e síntese, e motivá-los para a necessidade de adotar uma abordagem estruturada ao desenvolvimento de compiladores, os pontos 2. a 5. focam-se em detalhe nas etapas de análise. Em cada ponto, são enunciados os objetivos da fase correspondente e equacionados os formalismos aplicáveis, tendo em atenção as suas características e limitações, partindo-se depois para a sua utilização na construção dos respetivos analisadores. Uma

vez que estas fases surgem não só em compiladores mas também noutros processadores de linguagens (interpretadores, por exemplo), é-lhes dedicada especial atenção. Os pontos 6.-8. visam dotar os alunos de conhecimentos que lhes permitam compreender e abordar também as fases de síntese do compilador.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The contents of the course follow the typical architecture of a compiler, and are presented in their logical order. In point 1., students should realize that compilation itself is a major analysis and synthesis endeavor, and understand the need for a structured approach to compiler development. Points 2. through to 5. are focused on the analysis phases. In each point, the goals of the corresponding phase are pointed out, and the applicable formalisms are considered, bearing in mind their characteristics and limitations. Only then is their use in the construction of the corresponding analyzer considered. Since these phases are relevant not only to compilers, but also to other language processors (such as interpreters, for example), special attention is dedicated to them. In points 6.-8., students should become sufficiently able to understand and approach the remaining (synthesis) compiler phases.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas (T) destinam-se sobretudo à exposição da matéria pelo docente e ao esclarecimento de dúvidas de interesse geral para a turma. As aulas teórico-práticas (TP) servem para consolidar os conceitos apresentados nas aulas T, através da realização de exercícios de papel e lápis e de programação (utilizando p.ex. lex e yacc), e para a apresentação das diferentes metas do projeto. As aulas de prática laboratorial (PL) destinam-se a dar mais apoio à realização dos exercícios propostos nas aulas TP e ao acompanhamento da realização do projeto.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical lectures (T) are mainly of an expository nature, but are also used to answer questions of general interest to the class. Practical (TP) sessions serve to consolidate the concepts presented in the lectures through pencil-and-paper exercises and programming exercises (using e.g. lex and yacc). They are also used to introduce the various project goals. Laboratory (PL) sessions provide additional support regarding the exercises proposed in the TP sessions, as well as support concerning the project.

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

A metodologia de ensino teórico adotada consiste na exposição da matéria de forma construtiva, em que cada aula assenta sobre os conceitos abordados nas aulas anteriores, pretendendo-se assim estimular as capacidades de análise, síntese e raciocínio crítico dos estudantes. A exposição teórica é complementada com a realização de exercícios de papel e lápis em algumas aulas TP. O ensino prático parte de exercícios de programação simples sobre as diversas fases da compilação, usando ferramentas como o lex e o yacc, para a integração e consolidação dos conhecimentos assim adquiridos na construção de um compilador para uma linguagem simplificada, mas formalmente especificada, na componente de projeto. O projeto é realizado em grupo (tipicamente de dois estudantes) e é dividido em metas alinhadas com as fases da compilação. A elaboração do relatório escrito e a discussão do projeto exercitam as capacidades de comunicação oral e escrita dos estudantes, e completam o processo de avaliação.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodology adopted with respect to theoretical content consists of presenting the material in a constructive manner, where each lecture builds upon the concepts discussed in the preceding lectures, so as to stimulate students' critical reasoning, analysis and synthesis skills. Theoretical exposition is complemented with pencil-and-paper exercises in some TP sessions. Practical teaching starts with simple programming exercises about the different compilation phases, using tools such as lex and yacc. The knowledge acquired by students is then integrated and consolidated in the project component with the construction of a compiler for a simplified, but formally specified, language. The project is carried out in groups (typically in pairs) and is divided into milestones corresponding to compilation phases. Producing the written report and discussing the project orally in the defense exercises students' written and oral communication skills, completing the assessment process.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia essencial | Required textbook:

- Compilers: Principles, Techniques, and Tools, 2nd edition, A. V. Aho, M. S. Lam, R. Sethi, J. D. Ullman, Addison-Wesley, 2006.

Bibliografia suplementar | Supplemental bibliography:

- Modern Compiler Implementation in C, A. W. Appel, Cambridge University Press, 1998.

- Modern Compiler Design, 2nd edition, D. Grune, H. E. Bal, C. J. H. Jacobs, K. G. Langendoen, Springer, 2012.

- Processadores de Linguagens: da concepção à implementação, R. G. Crespo, IST Press, 2001.

- Modern Compiler Implementation in Java, A. W. Appel, Cambridge University Press, 2002.

Anexo II - Computação Gráfica**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Computação Gráfica***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Computer Graphics***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***INF/COS***9.4.1.3. Duração:***S/S***9.4.1.4. Horas de trabalho:***162***9.4.1.5. Horas de contacto:***72***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Jorge Manuel Oliveira Henriques (9 h/week)***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***6 horas por semana a atribuir de acordo com a distribuição de serviço/6 hours per week to assign depending on the distribution of service***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Esta unidade curricular pretende-se que o aluno adquira conhecimentos sobre temas centrais à Computação Gráfica, tanto a nível de fundamentos como a nível de utilização de ferramentas gráficas.**Dá-se, no entanto, especial atenção aos fundamentos, ou seja, ao estudo de técnicas e metodologias utilizadas na geração de imagens gráficas.**A disciplina contribui para a aquisição das seguintes competências:**Instrumentais:*

- Capacidade de análise e de síntese em problemas complexos;*
- Aprofundamento do raciocínio matemático;*
- Capacidade de abstração e de generalização;*
- Competência de resolução de problemas concretos no âmbito da computação gráfica.*

Pessoais:

- Trabalho em grupo;*
- Raciocínio crítico.*

Sistémicas:

- Autoaprendizagem;*
- Investigação.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*The main goal is to provide the students with the main concepts and foundations of computer graphics, including its fundamental theoretical aspects as well as graphical tools and their application. Among all the topics covered by computer graphics, the course will address with particular relevance the image syntheses process.**The course will contribute to the acquisition of the following competences:*

Instrumental:

- Analysis and synthesis of complex problems;-
- Mathematical Reasoning;**
- Abstraction and generalization;
- Problem solving, namely in the area of computer graphics.

Personal:

- Team work;
- Critical reasoning.

Systematic:

- Self-learning
- Research.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. **Introdução e conceitos básicos**
 - Standards API, OpenGL, etc.
2. **Modelização, Pipeline de renderização**
3. **Geometria e transformações geométricas 2D e 3D**
4. **Modelos de cor e iluminação**
 - Modelos de cor, modelos de interpolação, texturas
 - Modelos de reflexão local
 - Transparências
5. **Visibilidade e recorte**
6. **Modelos globais: Ray-tracing.**
7. **Assuntos avançados**
 - Motores de partículas
 - Curvas e superfícies (Bezier)
 - Shaders

9.4.5. Syllabus:

1. **Basic concepts in computer graphics**
 - API standards, OpenGL, etc..
2. **Modeling, rendering pipeline**
3. **Geometric transformations**
 - Two-dimensional and three-dimensional transformations.
 - Visualization and Projections
4. **Color and Lighting models**
 - Color models, shading, textures
 - Models of local reflection.
 - Transparency.
5. **Visibility and Clipping**
6. **Global models: ray-tracing.**
7. **Advanced topics**
 - Particle systems
 - Curves and surfaces (Bezier)
 - Shaders

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
A uc começa por introduzir conceitos básicos em computação gráfica, em particular o processo de geração de imagens artificiais (2D) a partir de modelos (3D).

O programa segue depois, naturalmente, abordando as várias etapas do pipeline de renderização: 3. Transformações geométricas; 4. Modelos de Cor e Iluminação; 5. Visibilidade e recorte; Além disso, são depois abordados técnicas alternativas de geração de imagens (6. ray-tracing) assim como alguns conceitos avançados

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The course begins by introducing the basic concepts in computer graphics, namely the process of image synthesis (2D), based on models (3D). The several phases of the rendering pipeline are then addressed: 3. Geometric transformations 4. Color and Lighting models, 5. Visibility and clipping In addition, alternative techniques of imaging (6. ray-tracing) as well as some advanced concepts

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas T: Exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e com a resolução de exercícios práticos elementares que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a

sua aplicação a situações reais.

Aulas TP: resolução de exercícios de papel e lápis, que exijam a conjugação de conceitos teóricos distintos e promovam o raciocínio crítico face a problemas mais complexos.

Nestas aulas são ainda definidos e explicada a resolução de problemas concretos de computação gráfica (na forma de trabalhos práticos).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes: Detailed presentation, using audiovisual means, of the concepts, principles and fundamental theories and solving of basic practical exercises to illustrate the practical interest of the subject and exemplify its application to real cases.

Theoretical-practical classes: Where the students, supervised by the staff member, solve practical exercises, which require the combination of different theoretical concepts and promote critical reasoning in the presence of more complex problems.

In these classes are also defined and explained the resolution of concrete problems.

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

Nesta disciplina o método de ensino fomenta o envolvimento do aluno desde o início da disciplina, procurando uma aprendizagem de conhecimentos e competências continua. É com esse objetivo que o estudo contínuo é estimulado por recurso aos mini-testes e aos TPCs e ainda à resolução de problemas. Para além dos conhecimentos e competências técnicas a metodologia adotada pretende induzir o desenvolvimento de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas teórico-práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências de resolução de problemas, capacidade de abstração e generalização, raciocínio matemático e crítico, aplicação prática de conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência de análise e síntese.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

In this course the teaching approach stimulates continuous student involvement in order to achieve a continuous learning and acquisition of knowledge and competences. It is with this goal in mind that students have to perform regular homework assignments, as well as to solve problems. The adopted teaching strategy intends to foster the acquisition of some generic instrumental personal and systematic competences. With the knowledge and comprehension of the topics taught in the theoretical classes and the exercises developed in the theoretical-practical classes, conditions are raised to develop competences in problem solving, capacity of abstraction and generalization, in mathematical and critical reasoning, practical application of the theoretical knowledge acquired, and, at an advanced level, analysis and synthesis.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

James D. Foley - Computer Graphics: Principles and Practice

James D. Foley - Introduction to Computer Graphics

D. Hearn, M. Baker - Computer Graphics, C Version

Angel, E, Computer Graphics, A top-down Approach with OpenGL

Anexo II - Comunicação Técnica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Comunicação Técnica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Technical Communication

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EGCS/EMSS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Carla Sofia Ferreira (6 h/week)***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*No final do semestre, o/as estudantes serão capazes de*

- *comunicar de forma adequada nos seus diferentes contextos profissionais*
- *lidar com os parâmetros próprios de diferentes géneros orais e escritos em português e em inglês (ex: apresentações de projetos, relatórios técnicos, manuais, manuais de instruções, minutas, mensagens, etc.)*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*Successful students will have, on completion of the unit:*

- *acquired the necessary skills to communicate in professional contexts*
- *mastered parameters in a variety of formal oral and written genres in Portuguese and in English (e.g. project presentations, technical reports, handbooks, instruction manuals, messages, minutes, etc.)*

9.4.5. Conteúdos programáticos:*Os conteúdos programáticos serão apresentados nas aulas teóricas e treinados em grupo nas aulas práticas.***1. Tipos de comunicação: verbal, não verbal e para verbal**

- *noção de contexto profissional/ técnico*
- *interlocutor/público*
- *distinção oral/ escrito - formal / informal*
- *questões de ética profissional e de protocolo.*

2. Estratégias para construção, edição e revisão de texto

- *plano de texto*
- *coesão, coerência e retoma anafórica*
- *uso de léxico especializado e técnico*
- *sequências textuais: narrativas, descritivas, expositivas, argumentativas e instrucionais*
- *estruturas frásicas para condensação de informações*
- *marcadores discursivos*
- *técnicas de revisão e edição de texto.*

3. Géneros textuais escritos e orais

- *resumo/ abstract*
- *manual de instruções/ de utilizador/ de referência; tutorial*
- *relatório técnico (expositivo/ argumentativo)*
- *artigo (divulgação, técnico, científico)*
- *apresentação de projeto/ proposta*
- *carta formal (apresentação/ motivação/ reclamação).*

9.4.5. Syllabus:*Contents will be presented in theoretical courses and put into practice in small working teams.***1. Types of communication: Verbal, non-verbal and paraverbal**

- *professional / technical context*
- *addressee / audience*
- *oral/ written - formal / informal distinctions*
- *issues of professional ethics and protocol.*

2. Textual building, editing and revision techniques

- text planning
- cohesion, coherence and anaphoric recovery
- use of specialized and technical vocabulary
- textual sequences: narrative, descriptive, expository, argumentative and instructional
- sentence structures for data contraction
- discursive markers
- revision and editing techniques.

3. Written and oral textual genres

- abstract
- user instructions/ reference manual; tutorial
- technical report (expository/ argumentative)
- article (dissemination, technical, scientific)
- presentation of project/ proposal
- formal letter (presentation/ motivation/ complaint)

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *Uma vez que se pretende que os estudantes adquiram as competências comunicativas adequadas para usar em contextos profissionais, trabalham-se, em aula, os diversos géneros textuais escritos e orais com que um engenheiro informático se depara no seu dia-a-dia.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Since students are expected to acquire the appropriate communicative skills to use in professional contexts, students will analyze written and oral textual genres needed in computing professional contexts.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposições e debates; atividades práticas de redação, revisão e edição de textos; apresentações orais individuais e coletivas; exercícios de consciencialização da linguagem corporal.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Presentations and discussion; practical writing, proofreading and editing activities; individual and collective oral presentations; body language awareness exercises.

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

As metodologias estão centradas em atividades práticas de comunicação, orais e escritas, com as quais se visa preparar os estudantes para os desafios de comunicação em ambiente profissional.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The methodologies are focused on practical oral and written communication activities, with the aim of preparing students for the challenges of communication in a professional environment.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Adler, R.B. & Rodman, G. (2006) Understanding Human Communication. New York/ Oxford. Oxford Univ. Press.*
Amaral, I. (2002) Imagem e sucesso. Guia de protocolo para empresas. Editorial Verbo.
Beer, D. & McMurrey, D. (2005) A Guide to Writing as an Engineer. John Wiley & Sons.
Cargill, M. & P. O'Connor (2013) Writing Scientific Research Articles – Strategy and Steps. John Wiley & Sons.
Duarte, N. (2008) Slide:ology. The art and science of creating great presentations. O'Reilly Media.
Finkelstein Jr.,L. (2008) Pocket Book of Technical Writing for Engineers and Scientists. McGraw-Hill.
Koegel, T. J. (2007) The exceptional presenter: a proven formula to open up! and own the room. Greenleaf Book Group Press.
Madeira, A.C. & Abreu, M. (2004) Comunicar em Ciência – como redigir e apresentar trabalhos científicos. Escolar Editora.
Sylin-Roberts, H. (2000) Writing for Science and Engineering – papers, presentations and reports. Butterworth-Heinemann.
Weston, A.(1996) A arte de argumentar. Gradiva

Anexo II - Engenharia de Software

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia de Software

9.4.1.1. Title of curricular unit:***Software Engineering*****9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****INF/COS*****9.4.1.3. Duração:*****S/S*****9.4.1.4. Horas de trabalho:*****162*****9.4.1.5. Horas de contacto:*****58*****9.4.1.6. ECTS:*****6*****9.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****9.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*****Mário Alberto Costa Zenha Relá (10 h/week)*****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:*****Álvaro Rocha (6 h/wek)*****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O aluno deverá ser capaz de perceber porque razão a complexidade do software exige uma abordagem de engenharia e as diversas formas de organizar as pessoas e actividades para o desenvolvimento de um produto de qualidade, nomeadamente abordagens lineares, iterativas e incrementais. Deverá ainda ser capaz de perceber as diferenças entre elas e escolher a(s) mais indicada(s) em função do contexto concreto do projecto. Deverá também ser capaz de usar técnicas e artefactos genéricos de gestão de projecto (diagramas Gantt e PERT/CPM, análise de riscos...). Finalmente, deverá ser capaz de descrever aspectos centrais do artefacto de software a desenvolver usado a notação UML.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The student must understand why the complexity of software requires an engineering approach and the different ways to organize the people and activities required to develop a product with quality, namely waterfall, linear and iterative approaches. He or she must understand the differences between them and which one(s) are more adequate for a specific usage context. The student must also be able to use the most common project management techniques, namely PERT/CPM, Gant, Risk analysis and others. Finally, the student must be able to describe core aspects the software artifact to be developed using UML modelling formalism.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Engenharia de software. A natureza do software. Tipos de software. Qualidade do software. 2. Introdução ao processo de desenvolvimento de software. Recolha e análise de requisitos. Projeto. Implementação. Teste. Processo de desenvolvimento em cascata. Desenvolvimento iterativo e evolutivo. 3. Introdução à gestão de projectos de software. Actividades de gestão. Planeamento do projecto. Escalonamento do projecto. Diagramas PERT/CPM. Diagramas de Gantt. Gestão de risco em projectos de software. Identificação, análise, planeamento e monitorização de riscos. 4. Linguagem UML Diagramas de casos de uso. Diagramas de classes. Diagramas de objectos. Diagramas de interacção. Diagramas de sequência. Diagramas de actividades. Diagramas de estados. Diagramas de instalação. Mapeamento de diagramas UML em código.

9.4.5. Syllabus:

1. Introduction to Software Engineering. The nature of software. Kinds of software. Quality of software. 2. Introduction

to software development process. Requirements elicitation and analysis. Design. Implementation. Software testing. Waterfall development. Iterative and evolutive development. 3. Introduction to software project management. Management activities. Project planning. Project scheduling. PERT/CPM and Gantt diagrams. Risk managements in software projects. Risk identification, analysis, planning and monitoring. 4. UML Language Use case diagrams. Class diagrams. Object diagrams. Interaction diagrams. Sequence Diagrams. Activity diagrams. State diagrams. Deployment diagrams. Mapping UML into code.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
O tópico 1 apresenta os principais problemas enfrentados pelo desenvolvimento de software. O tópico 2 apresenta as principais fases e processos utilizados no desenvolvimento de software. O tópico 3 descreve técnicas para gestão de projetos. A UML é apresentada no tópico 4, junto com a sua implementação usando linguagens orientadas a objetos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Topic 1 introduces the main problems facing software development. Topic 2 presents the main phases and processes used in software development. Topic 3 describes techniques for project management. UML is presented in topic 4, along with its implementation using object-oriented languages.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aprendizagem baseada num projecto de software de dimensão moderada, realizado por equipas obrigatoriamente multidisciplinares (LEI/LDM). Os alunos têm de desenvolver um produto de software ao longo do semestre utilizando os conceitos, metodologias e técnicas lecionadas nas aulas teóricas, com um desfasamento de uma a duas semanas relativamente aos entregáveis. Estes entregáveis focam-se nos artefactos clássicos de engenharia de software (requisitos, mockups, arquitectura e design, plano de qualidade,...), enquanto as aulas laboratoriais visam avaliar a correcta utilização de processos que garante a visibilidade e a qualidade do trabalho efetuado.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Project based learning, using a medium-sized software project, executed by multidisciplinary (LEI/LDM) teams. Students have to develop a software product during the semester using concepts, tools and methodologies presented during the lectures a week or two before the deliverables are due. These deliverables focus on the software engineering artifacts (requirements, mockups, architecture and design, quality plan,...), while the laboratory classes focus on assessing the correct usage of processes to ensure the visibility and quality of the work performed.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas. Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios resolvidos nas aulas teórico-práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e da competência em análise e síntese. Procura-se ainda que os alunos adquiram competências em trabalho em grupo que lhes permitam resolver problemas complexos através da colaboração e divisão de tarefas. A escrita do relatório e a reflexão sobre o processo de desenvolvimento do projecto de software criam as condições para que os alunos adquiram competências em aprendizagem autónoma e em comunicação escrita.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature. With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the theoretical-practical classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and analysis and synthesis. In the laboratory classes, with the development of a software project, students can integrate the knowledge acquired in classes. Students can obtain skills of of group working so they can solve complex problems by cooperation and task delegation. The reflections about the software development process and the writing of the project reports build up, in the students, competencies in autonomous learning and written communication.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Software Engineering, Global Edition, by Ian Sommerville, ISBN-13: 978-1292096131, Pearson Education 2015

Anexo II - Estatística

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estatística**9.4.1.1. Title of curricular unit:****Statistics****9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:****MAT/MAT****9.4.1.3. Duração:****S/S****9.4.1.4. Horas de trabalho:****162****9.4.1.5. Horas de contacto:****86****9.4.1.6. ECTS:****6****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Cristina Maria Tavares Martins (6 h/week)****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****Paulo dos Santos Antunes (6 h/week)****Rodrigo Farinha Matias (6 h/week)****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Introduzir conhecimentos básicos em modelação de comportamentos padrão de fenómenos aleatórios em contextos de Engenharia ou Ciência, contribuindo para uma formação capaz de descrever, analisar e interpretar situações reais através de modelos matemáticos não deterministas. A correta utilização de métodos estatísticos, bem como a interpretação rigorosa dos resultados necessitam de uma formação teórica de base, para a qual esta disciplina contribui.

Preparar os alunos para a aplicação de métodos e conceitos a situações reais, que envolvam a estimação de parâmetros de um modelo, testar a sua adequação e obter explicações que permitam interpretar, prever e decidir sobre os fenómenos em estudo.

Esta uc desenvolve as seguintes competências instrumentais: análise e síntese, resolução de problemas e capacidade de decisão. A nível pessoal: raciocínio crítico, trabalho em equipas interdisciplinares e aprendizagem autónoma.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal is to introduce basic knowledge to prepare the student to model the behavior of random phenomena in the context of engineering or science. It contributes to prepare students to describe, analyze and interpret real situations using non-deterministic mathematical models. The correct use of statistical methods in specific cases, and the strict interpretation of results, requires a theoretical base, for which this course contributes.

It intends to prepare students for applying statistical methods and concepts to real situations involving the estimation of parameters of a model, testing its fitness and getting explanation to interpret, predict and decide on the phenomena under study.

This unit develops the following instrumental skills: analysis and synthesis, problem solving and decision-making capacity. On a personal level: development of critical thinking, work in interdisciplinary teams and autonomous learning.

9.4.5. Conteúdos programáticos:**Probabilidades: Experiência aleatória, espaço dos resultados, acontecimentos. Definição de Probabilidade segundo**

Kolmogorov e suas consequências. Probabilidade condicionada. Independência de acontecimentos. Variáveis Aleatórias e Distribuições: Variáveis aleatórias reais discretas e contínuas. Momentos simples e centrados. Parâmetros de ordem. Modelos probabilistas, discretos e contínuos mais usuais. Teorema do limite central e aplicações.
Estimação Paramétrica: Introdução à estatística inferencial. Revisão de estatística descritiva. Estimação pontual: estimadores, propriedades da média e da variância empíricas, métodos de estimação pontual. Estimação intervalar: intervalos de confiança, método da variável fulcral, aplicações.
Testes de Hipóteses: Generalidades. Testes paramétricos. Aplicações. Testes de ajustamento do Qui-quadrado. Modelo de Regressão Linear Simples: Construção e validação do modelo. Intervalo de confiança e testes para os parâmetros do modelo. Previsão.

9.4.5. Syllabus:

Probability

Random experience, the space of outcomes, events. Kolmogorov' definition of probability and its consequences. Conditional probability. Independence of events.

Random Variables and Distributions

Discrete and continuous real random variables. Simple and centered moments. Order parameters. Principal discrete and continuous probabilistic models. Central limit theorem and applications.

Parametric Estimation

Introduction to inferential statistics. Review of descriptive statistics. Point estimation: estimators, properties of the empirical mean and variance, point estimation methods. Interval estimation: confidence intervals, the method of the pivotal variable, applications.

Hypothesis Tests

Introduction to the theory of hypothesis testing. Parametric tests. Applications. Chi-square test of adjustment.

Simple Linear Regression Model

Construction and validation of the model. Confidence intervals and tests for the parameters of the model. Forecasting.

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

O curso inicia-se com a apresentação das principais noções da teoria das probabilidades de modo a estudar e manipular adequadamente as famílias de modelos probabilistas, discretos e contínuos, mais utilizados em situações reais bem como fundamentar os métodos estatísticos inferenciais.

O tratamento da informação associada a uma amostra observada e as questões de inferência que se poderão colocar são em seguida abordados. A obtenção de estimativas criteriosas, a construção de intervalos de confiança e de testes de hipóteses para parâmetros populacionais bem como os testes de ajustamento do qui-quadrado são matérias analisadas na segunda parte do curso. Para terminar, apresenta-se um dos modelos estatísticos mais utilizado para traduzir a relação entre duas variáveis.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The course begins with the presentation of the main concepts of probability theory in order to properly study and manipulate the families of probabilistic models, discrete and continuous, more popular in real situations as well as to support the inferential statistical methods.

The treatment of information associated with an observed sample and inference questions that may arise are then discussed. The second part of the course is dedicated to construct point estimates, confidence intervals, hypothesis tests for population parameters and Chi-square test of adjustment. Finally, we present one of the most widely used statistical tools to model the relationship between two variables.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino inclui sessões teóricas e práticas. As primeiras são de natureza expositiva acompanhada pela apresentação de exemplos para motivar os alunos e concretizar as noções expostas. Nas segundas são propostos exercícios que permitem aplicar os conhecimentos adquiridos, devendo o aluno participar na resolução dos mesmos.

Para desenvolver a capacidade crítica e de interpretação de resultados, poderão ser sugeridos pequenos projetos envolvendo trabalho de campo, desenvolvimento de modelos estatísticos e meios computacionais.

Semanalmente, é disponibilizado um tempo de orientação tutorial.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching is provided in theoretical and practical sessions. The theoretical sessions are expository and include the presentation of examples that motivate and enable to understand the notions exposed. In order to apply the acquired knowledge, exercises are systematically proposed in the practical sessions and students must participate in solving them.

Small projects involving fieldwork, development of simple statistical models and computational means may be suggested to develop critical skills and interpretation of results.

Weekly, tutorial time is offered to help students.

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

As aulas permitem expor, discutir e exemplificar a teoria matemática subjacente ao estudo das Probabilidades e Estatística. Os modelos e os métodos apresentados nas aulas são sistematicamente aplicados na resolução de exercícios, contribuindo para uma melhor compreensão e consolidação das matérias abordadas.

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The classes allow exposing, discussing and illustrating the mathematical theory underlying the study of Probability and Statistics. The models and methods presented in class are systematically applied by solving multiple exercises, contributing to a better understanding and consolidation of the subjects covered.**

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- **Gonçalves, E., E. Nogueira, A.C. Rosa (2011) - Noções de Probabilidades e Estatística, 183 p. Departamento de Matemática, FCTUC.**
- **Murteira, B., C. S. Ribeiro, J. A. Silva, C. Pimenta (2010) - Introdução à Estatística, 3ª ed., Escolar Editora, Lisboa.**
- **Andrews, L.C., R.L. Phillips (2003) – Mathematical Techniques for engineers and scientists, Spie Press, Washington.**
- **Devore, J.L. (2011) - Probability and statistics for engineering and the sciences, 8ª ed., Brooks/Cole.**
- **Guimarães, R., Sarsfield Cabral, J. (2007) - Estatística, 2ª ed., McGraw-Hill, Lisboa.**
- **Maroco, J. (2007) - Estatística com utilização do SPSS, 3ª ed., Edições Sílabo.**
- **Montgomery, D.C., G.C. Runger (2007) - Applied Statistics and Probability for Engineers, 4ª ed., 2007, Wiley.**
- **Moore, D., McCabe, G. (2011) - Introduction to the practice of statistics, 7ª ed., Freeman, New York.**

Anexo II - Estruturas Discretas

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estruturas Discretas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Discrete Structures

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT/MAT

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Jorge Manuel Senos da Fonseca Picado (8 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Olga Maria da Silva Azenhas (6 h/week)

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

Um curso de matemática discreta tem vários objetivos. Os estudantes deverão aprender um conjunto de factos

matemáticos e como aplicá-los; mas, mais importante, deverão aprender a pensar matematicamente. Para tal, é realçado o raciocínio matemático e as diferentes formas de abordar e resolver problemas.

Serão abordados temas desde a lógica à álgebra, passando pela teoria das probabilidades e dos grafos, através de uma articulação entre a teoria e a prática: sempre que possível tentar-se-á complementar a teoria com a exploração e experimentação computacional dos conceitos.

Esta unidade permite desenvolver as seguintes competências instrumentais: análise e síntese, organização e planificação, comunicação oral e escrita, capacidade de resolver problemas. A nível pessoal e sistémico, permite desenvolver capacidades de aprendizagem autónoma e espírito crítico. A transformação dos conceitos em instrumentos práticos de trabalho, é um objetivo que será atingido encorajando o trabalho pessoal.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

A discrete mathematics course has several objectives. Students should learn a particular set of mathematical facts and how to apply them, but more importantly, learn how to think mathematically. To achieve these goals, the course emphasizes mathematical reasoning and different ways to approach and solve problems.

One will discuss topics ranging from logic to algebra, probability theory and graph theory, through a linkage between theory and practice: whenever possible we will try to complement theory with the exploration and experimentation of the computational math concepts.

The course aims at developing the following instrumental skills: analysis and synthesis, organization and planning, oral and written communication, problem-solving skills and computational ability. On the personal and systemic levels it also allows to develop self-learning skills and independent thinking. The transformation of concepts into working tools will be achieved by encouraging personal work.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Fundamentos

1.1. Como raciocinamos? Lógica proposicional.

1.2. Raciocínio matemático, indução e recursão.

1.3. Algoritmos e complexidade.

2. Teoria dos Grafos

2.1. Grafos.

2.2. Árvores.

3. Os inteiros. Criptografia.

4. Contagem

4.1. Técnicas básicas e probabilidade discreta.

4.2. Técnicas avançadas.

9.4.5. Syllabus:

1. Basics.

1.1. How to reason? Propositional logic.

1.2. Mathematical reasoning, induction and recursion.

1.3. Algorithms and complexity.

2. Graph Theory.

2.1. Graphs.

2.2. Trees.

3. The integers. Cryptography.

4. Counting.

4.1. Basic techniques and discrete probability.

4.2. Advanced Techniques.

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

A unidade curricular congrega tópicos fundamentais de Matemática Discreta envolvendo temas que vão da lógica à álgebra, passando pela teoria das probabilidades e pela teoria dos grafos, numa perspetiva moderna e que acompanha práticas internacionais atuais. Além disso, pretende-se ensinar como se pensa matematicamente. Para alcançar esse objetivo, o curso realça o raciocínio matemático e as diferentes maneiras de abordar e resolver problemas. O programa está concebido de modo a dotar os estudantes de ferramentas básicas para o estudo ulterior em diversas unidades curriculares.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The unit brings together the fundamental topics of Discrete Mathematics involving topics ranging from logic to algebra, probability theory and graph theory, in a modern perspective that follows current international practices. Moreover, it is intended to teach how to think mathematically. To achieve this, the course emphasizes mathematical reasoning and different ways to approach and solve problems. The program is designed to equip the students with basic tools for further study in various courses.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos serão predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas serão resolvidos problemas sob orientação do professor. Na exposição far-se-á prevalecer uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções. Sempre que possível complementar-se-á a teoria com a exploração e experimentação computacional dos conceitos.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes are of theoretical and theoretical-practical type. The teaching methods in the theoretical classes are predominantly expository. In the practical classes, problems will be solved under the guidance of the teacher. The strong interaction between concepts and their practical application must be discussed, giving as much as possible a central role in the visualization and analysis of particular situations before making a progressive abstraction of the concepts.

When possible, theory is complemented with the exploration and experimentation of the computational math concepts.

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

A combinação do trabalho teórico e prático é a chave para atingir os objetivos. Nas aulas faz-se a apresentação e desenvolvimento dos tópicos que constituem os conteúdos programáticos da unidade curricular, incluindo as técnicas matemáticas a adquirir pelos estudantes. Estes devem ser incentivados a adotar uma atitude participativa nas aulas e a resolver as tarefas propostas como trabalhos de casa, aplicando as metodologias apresentadas nas aulas teóricas e teórico-práticas.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

Combining theoretical and practical work is the key to attain the goals. Classes allow the presentation and development of the topics that form the syllabus of the course, including the mathematical techniques to be acquired by the students. These should be encouraged to participate in the classroom work and to solve the tasks proposed as homework, applying the methodologies presented in class.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Jorge Picado, Estruturas Discretas: textos de apoio, DMUC, 2008.

Kenneth Rosen, Discrete Mathematics and its Applications, MacGraw-Hill, 5a Edição, 2002.

James Hein, Discrete Structures, Logic and Computability, Portland State University, 2002.

Jon Barwise e John Etchemendy, Language, Proof and Logic, CSLI Publications, 1999.

Carlos André e Fernando Ferreira, Matemática Finita, Universidade Aberta, 2000.

Anexo II - Introdução à Programação e Resolução de Problemas

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Programação e Resolução de Problemas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Programming and Problem Solving

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Ernesto Jorge Fernandes Costa (9 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

João Vilela (8 h/week)

Joel Arrais (8 h/week)

Luís Paquete (4 h/week)

Nuno Lourenço (4 h/week)

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

O objectivo principal é o de ensinar/aprender os princípios básicos da programação procedimental num contexto de resolução de problemas. Sendo a linguagem de programação apenas um veículo de expressão das soluções algorítmicas, e, desse ponto de vista todas serem equivalentes, optou-se por uma linguagem, Python, que permite minimizar as dificuldades de sintaxe e que ao mesmo tempo induz boas práticas de programação.

Espera-se que os alunos desenvolvam capacidades de análise e de síntese, de resolução de problemas, de raciocínio crítico, de aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, e ainda competências informáticas relacionadas com o âmbito de estudo. Também se pretende fomentar a aprendizagem autónoma e o trabalho em grupo, as relações interpessoais, e a comunicação oral e escrita.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal is to teach/learn the basic principles of procedural programming in the context of problem solving. A programming language is just the vehicle that enables us to express algorithmic solutions to problems, and from that point of view they are all equivalent, yet we opt by Python for it minimizes the burden of complex syntax and because it induces good programming practices.

We expect students to acquire and develop the skills of analysis and synthesis, of problem solving, critical reasoning, practical application of the knowledge, and the informatics competences related with the concepts under study. We also want to foster the autonomous learning and group work skills, the interpersonal relationships and the oral and written communication.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Computadores, programas e computação

2. Conceitos Básicos: objetos simples e operadores

3. Instruções destrutivas

4. Instruções de controlo

5. Objetos estruturados: listas, tuplos e dicionários

6. Ficheiros

7. Recursividade

8. Complementos: alcance de variáveis, módulos, iteradores, geradores, funções de ordem superior

9. Desenvolvimento de programas

9.4.5. Syllabus:

1. Computers, programs and computation

2. Basic concepts: simple objects and operators

3. Destructive Instructions

4. Control instructions

5. Structured objects: lists, tuples and dictionaries

6. Files

7. Recursion

8. Complements: scope of variables, modules, iterators, generators, higher-order functions

9. Program development

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

Esta UC tem por objectivo ensinar os princípios básicos da programação procedimental e da resolução de problemas. Na 1ª parte o aluno irá tomar contacto com os conceitos fundamentais da programação procedimental: objetos e operações, instruções e mecanismos de abstração (6 primeiros pontos). Os restantes pontos introduzirão aspectos mais avançados, procurando os princípios e não tanto o que é particular à linguagem de programação (pontos 7 e 8), e ainda os aspectos metodológicos de desenvolvimento de programas (ponto 9). Em síntese, procura-se apresentar

conceitos de programação e de resolução de problemas numa lógica do mais simples para o mais complexo.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

This course main goal is to teach the basics of procedural programming and of problem solving. In the first part, we will present the fundamental concepts of procedural programming, namely, objects, operators, statements and abstraction mechanisms (first 6 points of the program). Then we will introduce more advanced concepts, driven by general principles and not by the syntax of the chosen programming language (points 7 e 8), and conclude with the methodological aspect of program development (point 9). Finally, the concepts of programming development and problem solving will be given from simple to more complex.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta uc está estruturada em uma aula T de 1h de duração, e em 2 aulas TP com 2h de duração. Nas aulas teóricas são apresentados os conceitos fundamentais da programação, a serem desenvolvidos nas aulas práticas. Os conceitos serão exemplificados com pequenos pedaços de código, mas a sua execução será dirigida à resolução de problemas. Este modelo permite efetuar a avaliação por recurso a duas componentes: mini testes (25%), e exame escrito sem consulta (75%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course is organized in a T lecture (1h) and two classes of two hours each during fourteen weeks. In the theoretical lecture, the main concepts of programming will be introduced, that will be explored in the next practical lectures. The concepts will be exemplified with code snippets while the practice will be driven by problems that foster student's motivation. Within this model it will be possible to evaluate the students based on two components: mini tests (25%) and a (closed books) written exam (75%).

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

A melhor maneira de interiorizar métodos de resolver problemas é implementar os respectivos algoritmos e efetuar testes para diferentes configurações. A proximidade no tempo entre teóricas e práticas promove uma forma ativa de aprendizagem. As aulas práticas, com avaliação personalizada, permitirão desenvolver competências como a capacidade de análise e de síntese, de resolução de problemas, de raciocínio crítico, de aplicação na prática os novos conhecimentos, de uso do computador, de discussão em grupo, de relações interpessoais e da comunicação oral. Os mini testes e o exame promoverão ainda a capacidade comunicação por escrito, de aprendizagem autónoma, de análise e síntese, de raciocínio crítico.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The best way to gain proficiency in different methods to solve problems is to implement the algorithms, making also tests with different configurations of these algorithms. The small time gap between between theoretical lectures and practical labs will promote learning by doing. During practical classes, personal evaluation will contribute to the acquisition and development of the skill of analysis and synthesis, problem solving, critical reasoning, practical application of knowledge, using the computer, group discussions, interpersonal relationships and oral communication. The mini tests and the written exam will also promote the attributes of written communication, autonomous learning, analysis and synthesis, and critical reasoning.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Programação em Python: fundamentos e resolução de problemas, Ernesto Costa, FCA 2015.*
- *Python: programming in context, B. Miller and D. Ranum, Jones and Bartlett, 2009.*
- *Learning Python (4th edition), M. Lutz, O'Reilly, 2009.*

Anexo II - Multimédia

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Multimédia

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Multimedia

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Rui Pedro Pinto de Carvalho e Paiva (7 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

12 horas por semana a atribuir de acordo com a distribuição de serviço/12 hours per week to assign depending on the distribution of service

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

Após a conclusão da unidade curricular, o estudante deve demonstrar ter adquirido, ter compreendido e saber aplicar os conhecimentos e competências em: i) fundamentos de multimédia; ii) e recuperação de informação multimédia (multimedia information retrieval - MMIR). Nomeadamente:

- fundamentos de imagem, áudio e vídeo digital, com enfoque nos aspetos fisiológicos e percetuais envolvidos e na representação e compressão desses tipos de dados multimédia;

- extracção de características de sinais acústicos, imagem e vídeo; sua aplicação em mecanismos de MMIR.

É também objetivo a aquisição/desenvolvimento das seguintes 5 competências principais (segundo os descritores de Dublin):

- análise e síntese, resolução de problemas, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma e aplicação prática de conhecimentos teóricos;

e das seguintes 5 competências secundárias:

- trabalho em grupo, criatividade, iniciativa e espírito empreendedor, preocupação com a qualidade e capacidade de planear e agir.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After completion of the curricular unit, students should demonstrate they have acquired, have understood and know how to apply the knowledge and skills in: i) multimedia fundamentals; ii) and multimedia information retrieval (MMIR).

Namely:

- Fundamentals of digital image, audio and video, focusing on the involved physiological and perceptual aspects and in the representation and compression of the mentioned multimedia data types;

- Feature extraction from audio, image and video signals; application in MMIR problems.

It is also intended that the student acquires/develops the following 5 core competencies (according to the Dublin descriptors):

- Analysis and synthesis, problem solving, critical thinking, independent learning and practical application of theoretical knowledge;

and the following 5 secondary competencies:

- Teamwork, creativity, initiative and entrepreneurial spirit, concern for quality and planning and acting skills.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1) Fundamentos de Multimédia:

- Imagem Digital:

- noções de cor, visão humana (fisiologia e percepção) e modelos e espaços de cor

- representação de imagem digital (mapas de bits e imagens vectoriais)

- codecs de imagem digital (destrutivos e não destrutivos) e compressão perceptual de imagem digital

- Áudio Digital

- *noções de som e audição humana (fisiologia e percepção)*
- *representação de áudio digital (áudio amostrado e MIDI)*
- *codecs de áudio digital (destrutivos e não destrutivos) e compressão perceptual de áudio digital*
- *Vídeo Digital*
- *noções de vídeo e fenómenos perceptuais de imagens em movimento*
- *representação de vídeo digital*
- *codecs de vídeo digital (destrutivos e não destrutivos)*

2) MMIR:

- *Métodos de extracção de features nos diversos tipos de sinais (temporais, espectrais, espaciais, e.g., MFCC, histogramas de cor)*
- *Métodos de recuperação de informação multimédia: i) baseados em conteúdo (métricas de similaridade, classificação), ii) fingerprinting.*

9.4.5. Syllabus:

1) Multimedia Fundamentals:

- *Digital image:*
- *notions of color, human vision (physiology and perception) and color models and spaces*
- *digital image representation (bitmaps and vector graphics)*
- *digital image codecs (lossy and lossless) and perceptual compression of digital image*
- *Digital Audio*
- *notions of sound and human audition (physiology and perception)*
- *representation of digital audio (sampled audio and MIDI)*
- *digital audio codecs (lossy and lossless) and perceptual compression of digital audio*
- *Digital Video*
- *notions of video and perceptual phenomena in moving images*
- *digital video representation*
- *digital video codecs (lossy and lossless)*

2) MMIR:

- *Feature extraction methods for the different signal types (temporal, spectral, spatial, e.g., MFCC, color histograms)*
- *MMIR methods: i) content-based (similarity metrics, classification), ii) fingerprinting.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os objetivos da unidade curricular estão perfeitamente ajustados com o programa curricular definido.

A unidade curricular pode ser dividida em dois módulos fundamentais, em sequência lógica: i) fundamentos de multimédia; ii) e MMIR.

No 1º módulo, a unidade curricular centra-se na representação e compressão de dados multimédia.

Os tópicos descritos são exercitados através da realização de exercícios teórico-práticos durante as aulas e de um trabalho prático versando o desenvolvimento de um algoritmo de compressão (seja de imagem, áudio ou vídeo) do estado da arte.

No 2º módulo, conhecidos os fundamentos de representação dos diversos tipos de sinais, são estudados mecanismos de MMIR com baseados em conteúdo (features discriminativas e análise de similaridade) e fingerprinting. Os tópicos descritos são exercitados também através da realização de exercícios teórico-práticos durante as aulas e de um trabalho prático sobre a criação de uma ferramenta de pesquisa de imagem, áudio ou vídeo.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

As presented in the previous description, the objectives of the course are perfectly adjusted to the program of the curricular unit.

More specifically, the course can be divided into two basic modules, in logical sequence: i) fundamentals of multimedia; ii) and MMIR.

In module 1, the course focuses on the representation and compression of multimedia data. Those topics are exercised by means of theoretical-practical exercises during the classes and a practical assignment on the development of a state-of-the-art compression algorithm (either for image, audio or video).

In module 2, after understanding the fundamentals of multimedia representation, MMIR mechanisms are studied, namely content-based retrieval (based on discriminative features and similarity analysis) and fingerprinting. The described topics are exercised, once again, by means of theoretical-practical exercises during the classes and a practical assignment on the development of a multimedia retrieval tool.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

- *Aulas teóricas de exposição de matérias e exercitação de conceitos sobre toda a matéria*
- *Aulas teórico-práticas de resolução de exercícios teórico-práticos*
- *Aulas práticas laboratoriais de apoio à realização de trabalhos práticos*

Recursos adoptados:

- *Slides de apoio às aulas teóricas e sintetização de conhecimentos*

- Bibliografia diversa (livros e artigos sobre os temas abordados)

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching methodologies:

- Seminar lectures with theoretical exposure of materials and practice of concepts about the whole program
- Theoretical-practical classes focused on theoretical-practical problem solving
- Laboratory classes to support the development of practical assignments

Adopted resources:

- Slides to support seminar lectures and knowledge synthesis
- Miscellaneous bibliography (books and articles on the covered topics)

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

Metodologias de ensino:

Os tipos de aulas em que a unidade curricular está estruturada são os clássicos, validados historicamente e perfeitamente adequados aos objetivos da unidade curricular. Os conceitos são primeiramente apresentados nas aulas teóricas, onde os mesmos são discutidos de forma interativa e exercitados brevemente. Nas aulas teórico-práticas e nas laboratoriais são exercitados exaustivamente.

Recursos adoptados:

Em termos de recursos, é utilizada bibliografia de referência na área. Nomeadamente, para o 1º módulo, é utilizada a seguinte bibliografia:

- Peter Symes (2003). "Digital Video Compression", McGraw-Hill (apesar do título, é abordada tanto a compressão de compressão de vídeo, como de imagem e áudio)
- diversos artigos de referência para os codecs respetivos

Para o 2º módulo, é utilizada a seguinte bibliografia principi:

- Stefan Rürger (2010), "Multimedia Information Retrieval", Morgan & Claypool
- Artigos diversos sobre metodologias e aplicações de MMIR

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

Teaching methodology:

The types of classes in which the course is structured are the classic, historically validated and perfectly suited to the objectives of the course. The concepts are first presented in lectures, where they are discussed interactively and briefly practiced. In theoretical-practical and laboratory classes, the concepts are exercised extensively.

Adopted resources:

In terms of resources, we use bibliography of reference in the area. In particular, for the 1st module, we employ the following bibliography:

- Peter Symes (2003). "Digital Video Compression", McGraw-Hill (despite the title, the book addresses both the compression of video, image and audio)
- Several articles of reference regarding the studied codecs

As for the end module, we employ the following bibliography:

- Stefan Rürger (2010), "Multimedia Information Retrieval", Morgan & Claypool
- Several articles on different MMIR methods and applications

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Peter Symes (2003). "Digital Video Compression", McGraw-Hill
- Stefan Rürger (2010), "Multimedia Information Retrieval", Morgan & Claypool
- Roberto Raieli (2013), "Multimedia Information Retrieval", Elsevier

Anexo II - Princípios de Programação Procedimental

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Princípios de Programação Procedimental

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Procedural Programming

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

58

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Marco Paulo Amorim Vieira (4 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Fernando Barros (8 h/week)

Maria José Marcelino (8 h/week)

Filipe Araújo (4 h/week)

Nuno Antunes (4 h/week)

João Vilela (4 h/week)

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

Permitir ao aluno adquirir um conjunto de conhecimentos sólidos sobre programação procedimental utilizando a linguagem C, com particular destaque para ponteiros e estruturas de dados dinâmicas simples. Estimular a aquisição de competências em resolução de problemas, análise e síntese, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma e aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Acquisition of solid knowledge about imperative programming using C. Special emphasis given to pointers and simple dynamic data structures. Acquisition of competences in problem solving, analysis and synthesis, critical reasoning, autonomous learning and practical application of knowledge.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Estrutura de um Programa em C

2. Tipos de Dados Elementares.

3. Instruções de Seleção e Repetição

4. Definição de Funções. Passagem de parâmetros

5. Tabelas e ordenamento

6. Ponteiros

7. Acesso a ficheiros

8. Listas Ligadas

9.4.5. Syllabus:

1. Program structure in C

2. Simple data types.

3. Selection and repetition instructions

4. Functions and parameters

5. Arrays and sorting

6. Pointers

7. Files

8. Linked lists

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

A primeira parte da disciplina, correspondendo aos 6 primeiros pontos do programa, pretende introduzir os estudantes à linguagem C e consolidar conhecimentos adquiridos em IPRP, no semestre anterior. A partir do ponto 7 do programa é dado grande destaque à utilização de ponteiros, primeiro para manipular estruturas já conhecidas dos estudantes e,

depois, para criar e manipular estruturas de dados dinâmicas, nomeadamente listas ligadas.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The first part of the course (points 1 to 6 of the syllabus) introduce students to the C programming language, and promote a consolidation of the skills students should have acquire in the previous semester in the IPRP course. The remaining points of the syllabus give emphasis to the utilization of pointers, first to manipulate structures already know by the students, and later to create dynamic data structures, namely linked lists.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC está estruturada em duas aulas semanais com 2h cada, não se fazendo distinção entre aulas teóricas e práticas. As aulas decorrem em grupos com um máximo de 24 alunos, cada um deles acompanhado por um único professor. Nestas são apresentados os conceitos relevantes e promovida, de imediato, a respetiva prática. É dada importância ao acompanhamento da evolução de cada aluno, procurando apresentar a cada um atividades compatíveis com os seus conhecimentos nesse momento.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is structured in two classes per week, each with 2h. There is no division in lectures and labs. Classes take place in groups of a maximum of 24 students, each of them having a professor assigned. The concepts are presented and immediately put in practice. The teacher should follow the evolution of each student and propose learning activities that are adequate to his/her current level.

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

A metodologia de ensino/aprendizagem seguida na disciplina procura proporcionar o máximo de acompanhamento possível aos alunos, bem como criar boas condições para que possam atingir os objetivos definidos para a disciplina. A proximidade entre a apresentação de conceitos e a sua prática procura conseguir uma maior assimilação dos conceitos. A predominância de atividades práticas, acompanhadas de perto, procura fomentar a capacidade de resolução de problemas de programação, por parte dos alunos, aspeto chave para que possam atingir os objetivos da disciplina.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The pedagogical approach followed in the course aims to support learning as much as possible, creating conditions for a better learning performance. The proximity between concept presentation and its practice allows a better retention of the different concepts. The predominance of practical learning activities, closely monitored by teachers, aims to increase students' programming problem solving abilities, a key issue to reach the course objectives.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Elementos de Programação com C, 3ª edição Pedro Guerreiro, FCA, 2006.

The C Programming Language, 2nd edition Brian Kernighan e Dennis Ritchie, Prentice Hall, 1988.

Anexo II - Processos de Gestão e de Inovação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processos de Gestão e de Inovação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Management and Innovation Processes

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EGCS/EMSS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

58

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**Carlos Cerqueira (6 h/week)****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

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

A competitividade das organizações depende cada vez mais da sua capacidade para serem simultaneamente eficientes e inovadoras. Mas como inovar? Como lançar novos produtos e/ou serviços que respondam a necessidades de mercado? PGI visa sensibilizar os alunos para a importância de determinados conceitos, princípios e práticas da gestão da inovação, ao mesmo tempo que se irão familiarizar com algumas metodologias e ferramentas que permitem lançar novos produtos e gerir organizações que fomentam a inovação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The competitiveness of organizations is increasingly dependent on their ability to be both efficient and innovative. But how to innovate? How to launch new products and / or services that respond to market needs? PGI aims to show students the importance of concepts, principles and practices of innovation management, while becoming familiar with methodologies and tools that enable new products to be launched and equip organizations to foster innovation.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Criatividade e geração de ideias.***
- 2. Gestão, funções e sua evolução.***
- 3. Inovação: fundamentos e actual importância da gestão da inovação.***
- 4. Proposta de valor: como aferir necessidades de mercado e soluções “product-market fit”.***
- 5. Customer development: como criar e validar produtos/serviços e modelos de negócio***
- 6. Marketing para startups & Estratégias de pré-lançamento de produtos e serviços***
- 8. Open Innovation e Modelos e estratégias de inovação***
- 9. Propriedade Intelectual e Protecção de Activos Intelectuais***
- 10. Ecossistemas de inovação***

9.4.5. Syllabus:

- 1. Creativity and generation of ideas.***
- 2. Management, functions and their evolution.***
- 3. Innovation: fundamentals and current importance of innovation management.***
- 4. Value proposition: how to measure market needs and develop product-market fit solutions.***
- 5. Customer development: how to create and validate products / services and business models***
- 6. Marketing for startups & pre-launch strategies for products and services***
- 8. Open Innovation and Innovation Models and Strategies***

9. Intellectual Property and Intellectual Asset Protection

10. Ecosystems of innovation

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Será dada especial ênfase aos seguintes tópicos:

- *Compreensão das ferramentas que uma organização precisa para inovar e lançar novos produtos e serviços;*
- *Conhecimento da mais actual investigação sobre inovação e empreendedorismo;*
- *O desenvolvimento de competências de planeamento, organização e trabalho em equipa, a aplicar na componente prática da disciplina, onde os alunos deverão criar e implementar/lançar no mercado um produto/serviço com características inovadoras.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Special emphasis will be given to the following topics:

- *Understanding the tools an organization needs to innovate and launch new products and services;*
- *Knowledge of current research on innovation and entrepreneurship;*
- *The development of planning, organization and teamwork skills, to be applied in the practical component of the discipline, where students should create and implement / launch a product / service with innovative features.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas expositivas, recorrendo a meios audiovisuais, com apresentação dos conceitos, princípios e práticas da gestão da inovação. Nestas aulas, haverá lugar a apresentações de convidados (startups, gestores, etc), que apresentarão os seus exemplos práticos como complemento aos conceitos estudados.

As aulas práticas consistem no acompanhamento dos alunos na realização das atividades apresentada para avaliação. Estas atividades, desenvolvidas em grupos de 5 a 7 alunos, devem demonstrar a aplicação de competências de planeamento, organização e trabalho em equipa.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes exposition, using audiovisual media, presenting the concepts, principles and practices of innovation management. In these classes, there will be presentations of guests (startups founders, managers, investors, etc), who will present their practical examples as a complement to the concepts studied.

The practical classes consist of the follow-up of the students in the accomplishment of the activities presented for evaluation. These activities, developed in groups of 5 to 7 students, should demonstrate the application of planning, organization and teamwork skills.

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

As metodologia adotadas pretendem, em 1º lugar, solidificar conhecimentos sobre a temática da gestão de inovação, e para tal é usado o método expositivo. Em 2º lugar, permitir ao alunos fazer a ligação entre esses conceitos e o mundo empresarial/profissional em que vão exercer as competências adquiridas. É neste contexto que atividade prática impõe a realização de uma atividade em contexto real, e como tal exposta a todas, ou pelo menos algumas, vicissitudes e variáveis que caracterizam os contexto profissionais, através de:

- 1) *Demonstrar inequivocamente a aplicação de competências de planeamento, organização e trabalho em equipa.*
- 2) *O objeto da atividade deve estar claramente associado às temáticas tratadas nas aulas teóricas (gestão, inovação, tecnologias de informação e empreendedorismo, entre outras).*
- 3) *Tem de existir o lançamento de um produto/serviço que seja utilizado em ambiente real (ex. app no Google play)*

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The methodology adopted intends, firstly, to solidify knowledge on the theme of innovation management, and for this the expository method is used. In second place, allow the students to connect the concepts to the business / professional world in which they will exercise the acquired skills. It is in this context that practical activity imposes the realization of an activity in a real context, and as such exposed to all or at least some vicissitudes and variables that characterize the professional context, through:

- 1) *Demonstrate unequivocally the application of planning, organization and teamwork skills.*
- 2) *The subject of the activity should be clearly associated with the topics dealt with in the theoretical classes (management, innovation, information technologies and entrepreneurship, among others).*
- 3) *There must be a product / service launch that is used in real environment with users engagement (eg app in Google play) i*

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Oslo Manual, Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition, OECD, Statistical Office of the European Communities, Luxembourg (2005) [http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-

manual_9789264013100-en]

Keeley, Larry et Al, Ten Types of Innovation: The Discipline of Building Breakthroughs, Wiley (2013)

[https://www.doblin.com/ten-types]

Alexander Osterwalder, Yves Pigneur, Business Model Generation (http://www.businessmodelgeneration.com)

The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses

Erice Ries;(http://theleanstartup.com/)

Steve Blank, Bob Dorf , The Startup Owner's Manual: The Step-By-Step Guide for Building a Great CompanyHardcover (2012) ou http://steveblank.com/tools-and-blogs-for-entrepreneurs/

Running Lean, 2nd Edition, Iterate from Plan A to a Plan That Works, By Ash Maurya, O'Reilly Media (2012)

Henry Chesbrough, Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profit

Anexo II - Programação Orientada aos Objetos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programação Orientada aos Objetos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Object Oriented Programming

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

58

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Marília Pascoal Curado (4 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Fernando José Barros Rodrigues da Silva (8 h/week)

12 horas por semana a atribuir de acordo com a distribuição de serviço/12 hours per week to assign depending on the distribution of service

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

O objetivo desta disciplina é dar ao aluno um conjunto de conhecimentos sólidos em Programação Orientada aos Objetos (OOP). Estes conhecimentos não se cingirão à sintaxe de uma linguagem de programação particular, mas incluirão aspetos relativos à modelação orientada aos objetos, assim como à sua representação gráfica.

A linguagem de programação utilizada na disciplina será o Java, uma vez que se trata de uma linguagem dominante em termos de orientação aos objetos, sendo também adequada ao ensino deste paradigma.

A representação dos conceitos associados à modelação OOP será feita utilizando um conjunto estrito de diagramas UML (Unified Modeling Language), sempre que se justifique. O objetivo não é ensinar exaustivamente UML, mas possibilitar a visualização dos conceitos associados à OOP de uma forma simples (e.g. classes, relações entre classes, herança, etc.).

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of this course is to give students a solid body of knowledge in Object Oriented Programming. This knowledge will not be limited to the syntax of a particular programming language, but will include aspects of object-oriented modeling, as well as its graphical representation.

The programming language used in the discipline is Java, since it is a dominant language in terms of OOP and it is also suitable for the teaching of this paradigm.

The representation of concepts associated with OOP modeling will be done using a strict set of UML diagrams (Unified Modeling Language), where appropriate. The objective is not to teach UML extensively, but enable the visualization of concepts associated with OOP in a simple manner (eg classes, relations between classes, inheritance, etc.).

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Perspetiva histórica e motivação para a POO

Classes, Objetos e Métodos

Princípios de modelação OO

Definição de Classes

Questões de Modelação versus Implementação

Herança e Polimorfismo

Questões de modelação: relações de composição versus relações de herança

Diagramas de classe em UML

Gestão de erros e exceções

Programação Baseada em Eventos

Programação Baseada em Genéricos

9.4.5. Syllabus:

Historical perspective and motivation to OOP

Classes, Objects and Methods

Principles of OO modeling

Defining Classes

Issues of modeling vs. implementation

Inheritance and Polymorphism

Modeling issues: relationships of composition vs. inheritance relationships

Class diagrams in UML

Management of errors and exceptions

Event-Based Programming

Generics Programming in Java

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

Sendo objetivo desta disciplina dar ao aluno um conjunto de conhecimentos sólidos em OOP, uma primeira parte da disciplina destina-se a, usando uma linguagem de programação específica, que é o Java pelas razões apontadas, introduzir o aluno nos conceitos da sintaxe básica da linguagem, bem como nos conceitos de classes, objetos, métodos, herança e polimorfismo, essenciais a este paradigma de programação.

Posteriormente são tratadas as questões de modelação OO, bem como a sua representação gráfica elementar usando UML.

São também ainda apresentados tópicos mais avançados como classes abstratas, interfaces, tratamento de erros e de exceções, programação baseada em genéricos, programação baseada em eventos e de interfaces gráficas.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Being the purpose of this course to give the student a solid body of knowledge in OOP, a first part of this course is intended, using a specific programming language that is Java for the reasons given, to introduce students to the concepts of the basic syntax of the language as well as concepts of classes, objects, methods, inheritance and polymorphism, essential to this programming paradigm.

Later issues deal with OO modeling, as well as its elementary representation using UML.

Also some more advanced topics like abstract classes, interfaces, error and exception handling, generics programming, event-based programming and of graphical interfaces are presented.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas com exposição detalhada dos principais conceitos, princípios e ferramentas da POO, envolvendo uma componente prática que permita aos alunos a resolução de problemas diretamente ligados aos conceitos teóricos.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical-practical classes with detailed presentation of the main OOP concepts, principles and tools, including a practical component with the resolution of problems related with theoretical concepts.

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

A estratégia e o método de ensino adotados procuram envolver os alunos no seu processo de aprendizagem e levar ao desenvolvimento, para além das competências técnicas específicas da área, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão dos conceitos teóricos lecionadas e a realização dos exercícios práticos, e com a realização do projeto, estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolução de problemas, raciocínio crítico, aplicação prática dos conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, de análise e síntese, criatividade e aprendizagem autónoma. Por outro lado, a realização dos exercícios e do projeto, sendo usualmente em grupo, promove a capacidade de trabalhar em grupo e da comunicação escrita.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching strategy and methods adopted seek to involve students in their learning process and lead to the development, beyond the technical skills of the area, of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature. With the knowledge and understanding of the material taught in lectures and practical exercises solved, and especially with the realization of the project, conditions are created for the development of skills in problem solving, in critical thinking, in applying theoretical knowledge in practice and, in a more advanced level, of analysis and synthesis, creativity and independent learning. Moreover, the exercises and project, as are usually done in groups, promotong the ability to work in groups and of written communication.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Java 8 - POO + Construções Funcionais", F. Mário Martins, FCA 2017, ISBN: 978-972-722-838-6

"Fundamentos de Programação em Java", António José Mendes, Maria José Marcelino, FCA 2012, ISBN: 978-972-722-637-5

"The Java Tutorials", <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/>

Anexo II - Protocolos de Comunicação**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Protocolos de Comunicação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Communication Protocols

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

58

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Fernando Pedro Lopes Boavida Fernandes (13 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Os objetivos centrais da disciplina são o estudo e compreensão dos aspetos protocolares dos modernos sistemas de comunicação, sendo dada especial ênfase ao ambiente protocolar da Internet, tendo em vista um conhecimento das principais questões que caracterizam e condicionam os serviços e aplicações. Nesta unidade curricular são detalhados os principais aspetos e mecanismos de endereçamento, encaminhamento e transporte de unidades protocolares de dados em redes TCP/IP. Para além disso, serão também abordados aspetos de Qualidade de Serviço, bem como os protocolos subjacentes às principais aplicações. Ao longo da disciplina os alunos adquirem competências de compreensão, análise e síntese das matérias abordadas, raciocínio crítico, organização e planificação, resolução de problemas, trabalho em grupo, aprendizagem autónoma, e aplicação prática de conhecimentos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The central objectives of the course are the study and understanding of the protocol-related aspects of modern communication systems, with special emphasis on the TCP/IP protocol suite, having in mind the knowledge of the various issues and trends that characterize and influence services and applications. This course covers the main aspects/mechanisms of addressing, routing and transport of protocol data units in TCP/IP networks. Additionally, Quality of Service aspects will be addressed, as well as the protocols supporting common applications. Throughout the course, students acquire key competences in terms of comprehension, analysis and synthesis of the covered topics, critical reasoning, planning and organization, problem solving, team work, autonomous study, and practical knowledge application.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Protocolos de comunicação: aspetos arquiteturais. Endereçamento IP (v4 e v6). Protocolos de encaminhamento: RIP, OSPF, BGP, outros . Protocolos de transporte: TCP, RTP/RTCP, SCTP, outros . Qualidade de Serviço. Aplicações: WWW, e-mail, transferência de ficheiros, terminal remoto, NTP, DNS, SNMP, protocolos P2P.

9.4.5. Syllabus:

Communication protocols: architectural aspects. IP addressing: IPv4 and IPv6. Internet routing protocols: RIP, OSPF, BGP, other. Transport protocols: TCP, UDP, RTP, SCTP, other. Quality of Service. Applications: WWW, e-mail, file transfer, remote terminal, NTP, DNS, SNMP, P2P protocols.

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

O conhecimento dos principais aspetos, mecanismos e protocolos em ambiente Internet é fundamental para qualquer engenheiro informático da atualidade, já que estes estão na base do funcionamento das redes, serviços e aplicações. Esse conhecimento, que é central em termos de objetivos da disciplina, passa, forçosamente, pelo estudo e compreensão de três tipos de funções (e seus mecanismos e protocolos de suporte) sem os quais as redes não funcionam: o endereçamento dos sistemas (que fornece a identificação e localização), o encaminhamento de pacotes (que permite a determinação de caminhos para comunicação extremo-a-extremo), e o transporte dos dados (que permite a comunicação processo-a-processo). Os conteúdos programáticos abrangem detalhadamente esses três tipos de funções.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Knowing the main aspects, mechanisms and protocols that support the Internet is crucial for any present-day computer engineer, as these are at the basis of current networks, services and applications. This knowledge – central to the objectives of the course – requires the study and comprehension of three types of functions (and their supporting mechanisms and protocols) without which networks cannot operate: addressing (which provides identification and location), routing (which allows the determination of the shortest paths for end-to-end communication), and data transport (which provides process-to-process communication). The functions are addressed in detail in the course.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino assenta em dois tipos de atividades complementares, fortemente correlacionadas quer em termos temporais quer em termos de conteúdos programáticos: aprendizagem baseada num modelo magistral interativo em que se estimula, essencialmente, a análise e raciocínio críticos; e a execução de trabalhos práticos laboratoriais, com base em equipamento real disponível no mercado e largamente utilizado em ambiente Internet.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology relies on two types of complementary activities that are strongly correlated both in terms of timing and content: lecture-based teaching, stimulating the discussion, interactivity, analysis and critical reasoning; execution of lab assignments, based on off-the-shelf, real equipment, largely used in Internet environment.

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

A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas, complementados pela execução das fichas práticas laboratoriais, estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The adopted teaching strategy and methods aim at engaging the student in the learning process and at his personal development and, in addition to specific technical competences, lead to the development of some generic competences of instrumental, personal and systemic nature.

The knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes, complemented by the execution of lab assignments, lead to the development of competences in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and synthesis.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- KUROSE, James F., ROSS, Keith W., *Computer Networking – A Top-Down Approach, 7th edition, Addison-Wesley, 2016.*
- BOAVIDA, Fernando; BERNARDES, Mário; *TCP/IP – Teoria e Prática, FCA - Editora de Informática, 2012.*
- MONTEIRO, Edmundo, BOAVIDA, Fernando, *Engenharia de Redes Informáticas, 10ª edição, FCA - Editora de Informática, 2011.*
- STEVENS, W. Richard, *TCP/IP Illustrated, Volume 1 - The Protocols, Addison-Wesley Publishing Company, 1994.*
- HUITEMA, Christian, *Routing in the Internet, Second edition, Prentice-Hall, 2000.*
- STALLINGS, William, *Data and Computer Communications, 10th Edition, Pearson, 2013.*
- MISRA, Sudip, GOSWAMI, Sumit, *Network Routing: Fundamentals, Applications, and Emerging Technologies, 1st Edition, Wiley, 2017.*
- BONEY, James, *Cisco IOS in a Nutshell, 2nd edition, O'Reilly, 2005. ISBN: 0-596-00869-4*
- DOOLEY, Kevin, BROWN, Ian, *Cisco Cookbook, O'Reilly, 2003.*

Anexo II - Sistemas Distribuídos**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Sistemas Distribuídos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Distributed Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Raul André Brajczewski Barbosa (11 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

6 horas por semana a atribuir de acordo com a distribuição de serviço/6 hours per week to assign depending on the distribution of service

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

A disciplina de Sistemas Distribuídos proporciona aos alunos uma abordagem abrangente sobre os algoritmos, protocolos e fundamentos dos sistemas distribuídos modernos. Os alunos deverão adquirir competências no desenvolvimento de aplicações distribuídas usando várias tecnologias e deverão ser capazes de perceber e interligar conhecimentos sobre técnicas fundamentais para o desenho de aplicações distribuídas em ambiente empresarial e para a Internet. A disciplina pretende promover a aquisição de competências em análise e síntese, conhecimentos de informática relativos ao âmbito do estudo, competência para resolver problemas, competência em aprendizagem autónoma e competência em aplicar na prática os conhecimentos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The Distributed Systems course provides alumni with an encompassing approach on algorithms, protocols and fundaments of modern distributed systems. Students shall acquire competences on the development of distributed applications using diverse technologies, and shall be able to understand and integrate knowledge on fundamental techniques for the design of distributed applications in industrial settings and for the Internet. The course aims to promote competence in analysis and synthesis, knowledge in computer science regarding the subject of study, problem-solving ability, autonomous learning competence, and competence in applying knowledge in practice.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução aos Sistemas Distribuídos**
- 2. Desafios no desenvolvimento de aplicações distribuídas**
- 3. Visão geral sobre Middleware**
- 4. O modelo Cliente/Servidor**
- 5. Programação de Sockets TCP e UDP**
- 6. Comunicação em Multicast**
- 7. O modelo de RPCs e invocação remota de métodos**
- 8. Tratamento de falhas no modelo de RPCs e semânticas dos RPCs**
- 9. Programação distribuída usando Java RMI**
- 10. Comunicação indireta e Message-Oriented Middleware**
- 11. O protocolo HTTP**
- 12. Arquiteturas 2-tier, 3-tier e N-tier**
- 13. Aplicações distribuídas para a Internet**
- 14. Programação para a Web**
- 15. A tecnologia de Web Services**
- 16. Segurança em Sistemas Distribuídos**
- 17. Servidores de Naming e Serviços de Diretoria**
- 18. Sistemas de Ficheiros Distribuídos**
- 19. Sincronização de relógios em sistemas distribuídos**
- 20. Ordem causal e ordem total nas aplicações distribuídas**
- 21. Multicast fiável**
- 22. Replicação de servidores e soluções de alta disponibilidade**
- 23. Sistemas Peer-to-Peer**

9.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to Distributed Systems**
- 2. Challenges in the development of distributed applications**
- 3. Overview of Middleware**
- 4. The Client/Server model**
- 5. TCP and UDP sockets programming**
- 6. Multicast communication**
- 7. The RPC model and remote method invocation**
- 8. Fault treatment in the RPC model and RPC semantics**
- 9. Distributed programming using Java RMI**
- 10. Indirect communication and Message-Oriented Middleware**
- 11. The HTTP protocol**
- 12. 2-tier, 3-tier and N-tier architectures**
- 13. Distributed applications for the Internet**

14. *Web programming*
15. *The technology of Web Services*
16. *Security in Distributed Systems*
17. *Naming Servers and Directory Services*
18. *Distributed File Systems*
19. *Clock synchronization in distributed systems*
20. *Causal order and total order in distributed applications*
21. *Reliable multicast*
22. *Server replication and high-availability solutions*
23. *Peer-to-peer systems*

9.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**
Sendo um objetivo central desta UC ensinar os principais algoritmos e técnicas dos Sistemas Distribuídos, começa-se por dar uma visão abrangente destes sistemas focando a problemática e os desafios associados ao desenvolvimento de aplicações distribuídas. Após uma fase inicial dedicada a conceitos gerais, nos pontos 3 a 6, passa-se ao ensino da programação distribuída usando várias tecnologias e modelos de programação, devidamente contextualizados nos pontos 7 a 16. Esta UC tem também como objetivo dotar os alunos de capacidades para desenvolver aplicações distribuídas com requisitos de escalabilidade, interoperabilidade, segurança e desempenho. Para tal, aborda-se o tratamento de falhas, a comunicação segura, soluções de replicação e de alto desempenho, com especial ênfase nos pontos 8, 16, 21 e 22. Tendo em vista o ensino dos fundamentos dos sistemas distribuídos modernos, nos pontos 17-20 e 23 aborda-se tópicos fundamentais relacionados com a construção de aplicações distribuídas.

9.4.6. **Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

As a central objective of this course is to teach the main algorithms and techniques of Distributed Systems, we begin by giving a comprehensive overview of these systems focusing on the issues and challenges associated with the development of distributed applications. After an initial phase dedicated to general concepts, in points 3 to 6, students learn distributed programming using various technologies and programming models, duly contextualized in points 7 to 16. This course also aims to endow students with skills to develop distributed applications with requirements of scalability, interoperability, security, and performance. To this end, the syllabus addresses failure handling, secure communication, replication and high-performance solutions, with special emphasis on points 8, 16, 21 and 22. Regarding the goal of teaching the fundamentals of modern distributed systems, points 17-20 and 23 cover fundamental topics related to the construction of distributed applications.

9.4.7. **Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Nesta disciplina são lecionadas aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e técnicas fundamentais dos Sistemas Distribuídos, acompanhada de exemplos concebidos para despertar o interesse dos alunos pela teoria e que demonstrem a sua aplicação prática. Leciona-se também aulas práticas em que os alunos, com a orientação do docente, resolvem exercícios que exigem a conjugação de conceitos teóricos e promovem o raciocínio crítico face a questões mais complexas. As aulas práticas são ainda dedicadas a acompanhar os trabalhos práticos.

9.4.7. **Teaching methodologies (including evaluation):**

This course includes theoretical lectures with detailed exposition, using visual aids, of concepts, principles and fundamental techniques of Distributed Systems, accompanied by examples designed to increase students' interest in theoretical concepts and demonstrate their practical application. The course also includes practical classes in which students, with the guidance of the teacher, solve exercises that require combining theoretical concepts and promote critical thinking with respect to more complex problems. The practical classes are also dedicated to supporting the practical projects.

9.4.8. **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

A estratégia e o método de ensino adotados procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem, levando não só ao desenvolvimento de competências técnicas específicas à disciplina de Sistemas Distribuídos mas também ao desenvolvimento de competências pessoais genéricas.

Com a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática trabalhados nas aulas práticas cria-se as condições para o desenvolvimento de conhecimentos relativos ao âmbito do estudo, competências em análise e síntese e competência em aplicar na prática os conhecimentos adquiridos.

Com os trabalhos práticos de grupo que os alunos desenvolvem cria-se as condições para a aplicação prática dos conceitos teóricos, sendo os alunos guiados na aquisição de competências no desenvolvimento de aplicações distribuídas usando diversas tecnologias. Os trabalhos práticos desenvolvem também a capacidade de resolver problemas bem como a competência de aprendizagem autónoma.

9.4.8. **Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

The strategy and teaching methods adopted in this course seek to involve students in the learning process, leading not only to the development of technical skills specific to the Distributed Systems course but also to the development of generic personal skills.

With the knowledge of the materials taught during the theoretical lectures, and with the practical exercises solved in practical classes, the necessary conditions are created for students to develop knowledge in computer science regarding the subject of study, competence in analysis and synthesis, and competence in applying knowledge in practical settings.

With the group project, the necessary conditions are created for practical application of theoretical concepts, as the students are guided in acquiring skills in the development of distributed applications using various technologies. The practical project also creates the conditions to develop problem-solving skills and competence in independent learning.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia essencial | Required textbook:

- *Distributed Systems: Concepts and Design, 5th edition, G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, G. Blair, Pearson Education, 2011.*

Bibliografia suplementar | Supplemental bibliography:

- *Distributed Systems: Principles and Paradigms, A. S. Tanenbaum, M. van Steen, Prentice Hall, 2001.*

Anexo II - Sistemas de Informação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas de Informação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Information Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

58

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Paulo José Osório Rupino da Cunha (4 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

João Nuno Lopes Barata (6 h/week)

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

Esta UC proporciona aos alunos as competências e ferramentas que permitem discutir o projecto e evolução de sistemas de informação (SI) com responsáveis de negócio. Ao completar o curso, os alunos compreenderão as diferentes e frequentemente contraditórias perspectivas dos responsáveis de negócio e dos informáticos, tornando-se assim interlocutores privilegiados para ajudar ambas as partes a planear o SI da organização. Em termos de descritores de Dublin, podem classificar-se as competências da seguinte forma:

Instrumentais:

- Competência em análise e síntese (1)
- Competência em organização e planificação (2)
- Competência para resolver problemas (1)
- Capacidade de decisão (2)

Pessoais:

- Competência em raciocínio crítico (1)
- Competência para comunicar com pessoas que não são especialistas na área (1)

Sistémicas:

- Adaptabilidade a novas situações (2)
- Competência em aplicar na prática os conhecimentos teóricos (1)
- Competência em planear e gerir (2)

Nota: (1) = principal; (2)

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course provides students with the skills and tools to discuss information systems design and evolution with business managers. The students completing this course will understand the distinct and often conflicting perspectives of business managers and IT staff, thus becoming privileged actors in helping those parties in planning the information system. Using Dublin descriptors, the competencies can be classified as follows:

Instrumental:

- Competency in analysis and synthesis (1)
- Competency in organization and planning (2)
- Competency in problem solving (1)
- Competency in decision-making (2)

Personal:

- Competency in critical reasoning (1)
- Competency to communicate with non-specialists (1)

Systemic:

- Adaptability to new situations (2)
- Competency to apply theoretical knowledge (1)
- Competency in planning and managing (2)

Note: (1) = main competencies; (2) = secondary competencies;

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Os sistemas de informação enquanto carteiras de aplicações
2. O valor para o negócio de distintos componentes do sistema de informação e Matriz de McFarlan
3. Análise estratégica e sua articulação com os sistemas de informação (formulação de estratégias, visão, missão, objectivos, factores críticos de sucesso, análise SWOT, cadeia de valor, cinco forças concorrenciais, matriz de Boston, competências chave, gerador de opções estratégicas, balanced scorecard)
4. Modelos de negócio
5. Arquitectura empresarial (contexto, processos de negócio, regras de negócio)
6. Sistema de Informação (portfolio, grandes sistemas, novas tendências)

9.4.5. Syllabus:

1. Information systems as portfolios of applications
2. Business value of information system components and McFarlan strategic grid
3. Strategic analysis and its alignment with information systems (strategy formulation, vision, mission, objectives, critical success factors, SWOT analysis, supply chain, five competitive forces, Boston matrix, core competences, strategic options generator, balanced scorecard)
4. Business models
5. Enterprise architecture (context, business processes, business rules)

6. Information systems (portfolio, large systems, new trends)

- 9.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**
Os estudantes aprenderão a realizar uma análise estratégica, a avaliar um modelo de negócio, e a abordar aspectos chave da arquitectura empresarial, tais como modelação de processos de negócio e sua reengenharia. Ao fazê-lo, descobrirão como identificar oportunidades para o uso de TIC suportadas em sólidos business cases e como as priorizar. Perceberão que o sistema de informação é uma carteira de soluções legadas e recentes e as razões para usar diferentes estratégias de obtenção – aquisição, desenvolvimento interno, outsourcing, SaaS - para os seus distintos componentes. Compreenderão a relevância dos grandes sistemas empresariais integrados (como o SAP), os principais desafios em implantar tais aplicações e também como as arquitecturas orientadas a serviços encaixam no mapa de evolução.
- 9.4.6. **Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**
The students will learn how to perform a strategic analysis, how to evaluate a business model, and how to address key aspects of enterprise architecture such as business process modeling and reengineering. In doing so, they will discover how to identify opportunities for the use of IT supported on solid business cases and how to prioritize them. They will realize why the information system is a portfolio of old legacy and new applications and what are the reasons to use a mix of acquisition, internal development, outsourcing, and software-as-a-service for its diverse components. They will understand the relevance of large Enterprise Systems (such as SAP), the main challenges in deploying those systems, and how service-oriented architectures may fit into the evolution roadmap.
- 9.4.7. **Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
T: exposição de conceitos, modelos, instrumentos e técnicas. São usados slides contendo tópicos chave, diagramas, imagens, ou vídeos. São apresentados exemplos simples para ilustração dos assuntos e seu relacionamento com casos reais. TP: resolução de exercícios de maior complexidade. Docente exemplifica como aplicar a teoria e desafia os estudantes a continuarem, respondendo a dúvidas. No final, recolhe e comenta contribuições da turma. Nestas aulas usam-se case studies do tipo de Harvard e proporciona-se a oportunidade de experimentarem ferramentas informáticas empresariais.
- 9.4.7. **Teaching methodologies (including evaluation):**
Lectures are used to explain concepts, models, instruments and techniques. Slides with key topics, diagrams, images, and videos are used. Simple examples are used to relate the topics with real life situations. TP classes are used to solve exercises of greater complexity. The instructor exemplifies how to apply the theory to part of the problem and then challenges the students to continue. At the end, the instructor collects, presents, and comments contributions from the class about the solution. Students have the opportunity to try professional IT tools.
- 9.4.8. **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**
A abordagem descrita na secção, acima, permite que alunos conheçam melhor da realidade dos sistemas de informação das empresas, nomeadamente a heterogeneidade que os caracteriza, e que aprendam um conjunto de instrumentos de análise de negócio, conhecidos dos gestores, que lhes permitem encetar um diálogo que é depois enriquecido com o conhecimento sobre como as tecnologias de informação podem potenciar as oportunidades ou objectivos das empresas. O uso de case studies permite expor os alunos a situações que descrevem contextos reais, com informação propositadamente incompleta, redundante e, eventualmente, contraditória, o que os obriga a fazer uma análise estruturada, exercitando o seu sentido crítico, usando as técnicas e instrumentos aprendidos na teoria. Estes casos não têm uma solução única.
- 9.4.8. **Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**
The approach described in the above section enables the students to become aware of the present reality of information systems in companies, namely their very heterogeneous nature. It also introduces them to a set of business analysis instruments, known to managers, which can be used to reason together with these stakeholders about the evolution of the information system according to business needs. In this course, these instruments are enriched with an IT view. The use of Harvard-style case studies enables the students to contact with accounts from real situations, whose information is intentionally incomplete, redundant, and eventually contradictory. This forces them to perform a critical and structured analysis using the tools introduced in the lectures. These cases don't have one single correct solution.
- 9.4.9. **Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
*Laudon, K. & Laudon, J. (2011) Management Information Systems – managing the digital firm, 12th edition, Prentice-Hall, London.
 Ward, J., & Peppard, J. (2004). Strategic Planning for Information Systems (3rd ed.), Wiley, Chichester.
 Edwards, C., Ward, J., & Bytheway, A. J. (1995) The Essence of Information Systems, Prentice-Hall, Hemel Hempstead.
 Hamel, G. & Prahalad, C. K. (1996) Competing for the Future, Harvard Business Review Press, Boston.*

McAfee, A., Sjoman, A., & Dessain, V. (2004) Zara: IT for Fast Fashion, Harvard Business School Premier Case Collection, Prod. #: 604081-PDF-ENG
Chapter on Strategic Analysis written by the instructor (in Portuguese) | Capítulo sobre técnicas de análise de negócio escrito pelo docente (em Português)

Various scientific papers and case studies.

Anexo II - Sistemas Operativos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Sistemas Operativos

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Operating Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
INF/COS

9.4.1.3. Duração:
S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:
162

9.4.1.5. Horas de contacto:
72

9.4.1.6. ECTS:
6

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Vasco Nuno Sousa Simões Pereira (11 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
Nuno Manuel dos Santos Antunes (8 h/week)

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular constitui um curso básico de Sistemas Operativos (SO). Um SO deve suportar um ambiente para o desenvolvimento e execução de programas, um conjunto de métodos de acesso aos serviços de um sistema computacional (API de programação) e deve gerir recursos computacionais de hardware e software (processadores, memória, periféricos, dados e programas armazenados no sistema de ficheiros). O objetivo desta disciplina é dar a conhecer o funcionamento dos SO modernos e ao mesmo tempo dotar os estudantes das capacidades necessárias para desenvolverem aplicações de sistema que façam uso direto do interface de programação do sistema operativo e que explorem as capacidades de concorrência e multi-programa. A disciplina pretende promover a aquisição de competências em análise e síntese, resolução de problemas, aplicação prática de conhecimentos teóricos, aprendizagem autónoma, comunicação oral e escrita, raciocínio crítico e capacidade de decisão.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
This unit is a basic Operative Systems (OS) course. An OS should support an environment for the development and

execution of programs, an interface for accessing the internal computational system (programming API) and managing the hardware and software computational resources (processors, memory, peripherals, data and programs stored in the filesystem). The goal of this course is to present the students with the understanding of how modern OS work and to enable them to develop system applications that directly use the OS API and that explore the concurrency and multi-program features of the system. This course promotes the acquisition of competences through analysis and synthesis, problem solving, practical application of theoretical knowledge, autonomous learning, oral and written communication, critical thinking and decision making.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Funções de um Sistema Operativo*
2. *Processos e threads*
3. *Sincronização de processos e threads*
4. *Deadlocks*
5. *Escalonamento do CPU*
6. *Gestão de memória*
 - a) *Memória principal*
 - b) *Memória virtual*
7. *Entrada/saída e gestão do armazenamento*
8. *Sistema de ficheiros*
9. *Segurança*
10. *Virtualização*
11. *Programação Concorrente*
 - a) *Programação C em Linux;*
 - b) *Comandos Linux e Shell scripting;*
 - c) *Funções de sistema do Linux;*
 - d) *Programação multi-processo e multi-thread;*
 - e) *Comunicação entre processos*
 - i) *Memória partilhada; Sinais; Pipes; Named Pipes; Select; Filas de Mensagens; Ficheiros mapeados em memória;*
 - f) *Sincronização*
 - i) *Exclusão mútua (mutexes), Semáforos, Variáveis de condição;*
 - ii) *Deadlocks e Race Conditions.*

9.4.5. Syllabus:

1. *Functions of an Operating System*
2. *Processes and threads*
3. *Synchronization of processes and threads*
4. *Deadlocks*
5. *CPU scheduling*
6. *Memory management*
 - a) *Main memory*
 - b) *Virtual memory*
7. *Input/output and storage management*
8. *Filesystem*
9. *Security*
10. *Virtualization*
11. *Concurrent programming*
 - a) *Programming in C for Linux;*
 - b) *Linux commands and shell scripting;*
 - c) *Linux system functions;*
 - d) *Multi-process and multi-threaded programming;*
 - e) *Inter-process communication*
 - i) *Shared memory; Signals; Pipes; Named Pipes; Select; Message queues; Memory-mapped files;*
 - f) *Synchronization*
 - i) *Mutual exclusion (mutexes), Semaphores, Condition variables;*
 - ii) *Deadlocks e Race Conditions.*

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

A disciplina tem por objetivo principal dotar os alunos dos conhecimentos necessários para perceber o funcionamento dos Sistemas Operativos (SO) modernos e dotá-los das competências necessárias para desenvolverem aplicações de sistema que façam uso direto do API do SO e que explorem as suas possibilidades de concorrência e multiprogramação. A unidade curricular começa por dar uma visão geral sobre a estrutura, características e funcionalidades dos SO modernos, aprofundando depois vários dos seus módulos-gestão de processos e threads, sincronização, escalonamento do CPU, gestão de memória principal e memória virtual, gestão de ficheiros e E/S, segurança. A virtualização também será abordada de modo a explicar as suas vantagens e inconvenientes. Finalmente, a programação concorrente, a sincronização de processos e threads, os deadlocks e os mecanismos IPC são tópicos

explorados em grande detalhe nas aulas e trabalhos práticos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The goal of this course is to present the students with the understanding of how modern OS work and to enable students to develop system applications that directly use the OS API and that explore the concurrency and multi-program features of the system. The course begins providing an overview of a modern OS, its structure characteristics and functionalities. Students will learn about all the main modules of an OS, including processes and threads management, synchronization, CPU scheduling, memory management and virtual memory, I/O, file management and security. Virtualization is introduced with the objective of understanding its benefits and problems when compared with the traditional approach. Finally, concurrent programming using threads and processes, synchronization, IPC, deadlock detections and avoidance strategies, will be explored with detail in practical classes and exercises.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas recorrem a meios audiovisuais para expor os conceitos, princípios e teorias fundamentais dos SO, e mostrar exemplos práticos elementares que exemplificam a sua aplicação em sistemas reais e atuais. As aulas teórico-práticas permitem a exposição e demonstração detalhada de aspectos práticos do desenvolvimento de aplicações de sistema em Linux. Nas aulas práticas-laboratoriais pretende-se que os alunos desenvolvam vários trabalhos laboratoriais que promovam a aprendizagem dos conceitos lecionados e o raciocínio crítico face a problemas mais complexos.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The Theoretical classes will have detailed exposition, using audiovisual media, of the main concepts, principles and theories of Operating Systems, complemented with practical examples that are illustrative of real world systems. The Theoretical-Practical classes will have detailed exposition of the Linux application development environment. Classes will include demonstrations and problem resolution activities. In Practical-Laboratorial classes, students will develop several exercises that require the application of theoretical knowledge and promote critical thinking.

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

O método de ensino adotado procura dar aos alunos o conhecimento e as ferramentas necessárias para que possam perceber o funcionamento de um sistema operativo e para que consigam aplicar esse conhecimento no desenvolvimento de aplicações que usem de forma otimizada as capacidades disponíveis no sistema. Com os exemplos, demonstrações e exercícios práticos apresentados nas aulas teóricas e teórico-práticas pretende-se o desenvolvimento das competências de resolução de problemas, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma, e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos a novas situações. Os trabalhos práticos desenvolvidos permitem aos alunos testar, praticar e compreender mais profundamente os conceitos teóricos, promovendo a adaptabilidade a novas situações, a capacidade de resolução de problemas, a capacidade de decisão informada e o raciocínio crítico.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The strategy and teaching methods adopted pretend to give students the necessary knowledge and tools to enable their understanding of how an operating system works and apply that knowledge in the development of programs that use the available system capacities in an optimized way. Examples and practical exercises presented in theoretical and theoretical-practical classes provide the conditions for promoting the competences of analysis and synthesis, problem solving, decision making, critical thinking, autonomous learning, adaptability to new situations and applying theoretical concepts learned to new practical situations. The practical works developed enable students to test, practice and understand the theoretical concepts presented in classes, improving adaptability to new situations, developing problem solving competences, enhancing decision making and promoting critical thinking.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Operating System Concepts: 8th Edition, by Abraham Silberschatz, Peter Baer Galvin, Greg Gagne. John Wiley & Sons, ISBN 9780470233993.

Operating Systems: Internals and Design Principles 8th Edition, by William Stallings. Prentice Hall, ISBN 9781292061351.

Unix Systems Programming: Communication, Concurrency and Threads 2nd Edition, by Kay Robbins, Steve Robbins. Prentice Hall, ISBN 0130424110.

Advanced Programming in the UNIX Environment Second Edition, by W. Richard Stevens, Stephen A. Rago. Addison-Wesley.

Anexo II - Teoria da Computação**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Teoria da Computação***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Theory of Computation***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***INF/COS***9.4.1.3. Duração:***S/S***9.4.1.4. Horas de trabalho:***162***9.4.1.5. Horas de contacto:***72***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***António Dourado Pereira Correia (3 h/week)***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Pedro Manuel Henriques da Cunha Abreu (8 h/week)**João Paulo de Sousa Ferreira Fernandes (6 h/week)***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Estudar os diversos tipos de autómatos (finitos, de pilha, Máquinas de Turing) e de gramáticas formais (regulares, independentes e dependentes do contexto, recursivas) e as relações entre eles, bem como sua relação com linguagens de programação e compiladores. São conhecimentos estruturantes da informática enquanto disciplina científica que desenvolvem a capacidade mental para acompanhar a evolução presente e futura da informática e computação. Também os diversos modelos de computação desenvolvidos no passado são comparativamente abordados. Introduce-se a teoria da complexidade, em torno da noção de Turing-computabilidade, para mostrar os atuais limites da computação.

Adquirir competências em análise e síntese, comunicação escrita, conhecimentos de informática relativos ao âmbito do estudo, resolução de problemas, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma, aplicação prática de conhecimentos teóricos, criatividade.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To study the different types of automata (finite automata, pushdown automata, Turing Machines) and of formal grammars (regular, context-free, context dependent, recursives) and the relations among them, as well as its relations with programming languages and computers. These are structuring concepts in informatics as a scientific discipline and they develop the mental capability to follow the present and future developments of informatics and computation. The several computation models developed in the past are also comparatively addressed. The theory of complexity is introduced around the Turing-computability framework, to show the present limitations of computation. Moreover, the course develops the analysis and synthesis capabilities, written communication, problem solving, critical thinking, autonomous learning, practical application of theoretical concepts, creativity.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução e definições básicas: linguagens, gramáticas, autómatos.*
2. *Autómatos finitos determinísticos e não-determinísticos e suas relações. Transdutores.*
3. *Linguagens regulares, gramáticas regulares, expressões regulares, autómatos finitos e suas relações.*
4. *Propriedades das linguagens regulares, lema da bombagem.*
5. *Linguagens livres de contexto não-regulares, parsing.*
6. *Simplificação das gramáticas livres de contexto, formas normais.*
7. *Autómatos de Pilha não-determinísticos e determinísticos.*
8. *Propriedades das linguagens livres de contexto (fecho, lemas da bombagem).*
9. *Máquinas de Turing padrão, tese de Turing,*
10. *Outros modelos de Máquinas de Turing, autómatos linearmente limitados.*
11. *Hierarquias de linguagens formais e autómatos.*
12. *Limites da computação algorítmica.*
13. *Outros modelos de computação (funções recursivas, Post, rescrita, cálculo-lambda).*
14. *Uma introdução à teoria da complexidade, problemas P e NP.*

9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction and basic definitions: languages, grammars, automata.*
2. *Finite automata, deterministic and non deterministic and their relations. Transducers.*
3. *Regular languages, regular grammars, regular expressions, finite automata and their relations.*
4. *Properties of regular languages, the pumping lema.*
5. *Context-free languages (non regular), parsing.*
6. *Simplification of context-free grammars and canonical forms.*
7. *Pushdown automata non-deterministic and deterministic.*
8. *Properties of context free languages (closeness, pumping lemas).*
9. *Turing Machines, the Turing thesis.*
10. *Other models of Turing Machines.*
11. *Hierarchies of formal languages and automata.*
12. *The limits of algorithmic computation.*
13. *Other models of computation (recursive functions, Post, rewriting systems, lambda calculus).*
14. *An introduction to the theory of complexity, P and NP problems.*

- 9.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular*
Ao longo da disciplina vão-se estudando, do mais simples para o mais complexo, os diversos tipos de linguagens, de gramáticas e de autómatos e as relações entre estas três formas de representação. No Cap. 11 estudam-se as hierarquias (de complexidade) de linguagens alcançando-se aqui uma visão geral da disciplina científica da computação estruturada numa imagem mental bem trabalhada ao longo da cadeira. Seguem-se depois temas complementares, como os limites (atuais) da computação algorítmica, de acordo com a tese de Church-Turing, no Cap. 12. São ainda abordados outros modelos de computação alternativos à Máquina de Turing (mas não mais poderosos do que esta) e noções básicas de complexidade relacionadas com a Turing-computabilidade, nos problemas P e NP. Em cada capítulo discutem-se e resolvem-se variados exemplos que ajudam os alunos a assimilar a matéria.

- 9.4.6. *Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.*

Throughout the discipline we address, from the simplest to the more complex, the several types of languages, grammars, automata, and the relations among these three forms of representation. In Chapt. 11 all these are integrated into a coherent hierarchy (of complexity), building-up a general vision of the scientific discipline of computation structured in a mental image well worked-out along the course. After that some complementary themes are studied, such as the actual limits of algorithmic computation, following the Church-Turing thesis in Chapt.12, other models of computation alternatives to Turing Machines (but nor more powerful), and basic notions of complexity related to Turing-computation leading to the P and NP problems. In each chapter numerous examples are discussed and solved helping students to assimilate the materials.

- 9.4.7. *Metodologias de ensino (avaliação incluída):*

2h por semana de aulas teóricas em anfiteatro, 1 h por semana de teórico-prática em anfiteatro, 2h por semana para resolver problemas em aula laboratorial a pequenos grupos.

- 9.4.7. *Teaching methodologies (including evaluation):*

2h per week of theoretical lectures, 1h per week to study examples in anfiteatre (case-studies) and 2h per week for problem solving in practical-laboratorial classes with small groups.

- 9.4.8. *Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.*

Faz-se um esforço para envolver os alunos na aprendizagem ativa, incentivando-os a participarem nas aulas teóricas (que são facultativas), teórico-práticas (obrigatórias) e práticas laboratoriais (facultativas). Ao longo de cada capítulo, resolvem-se numerosos exemplos nos três tipos de aulas, procurando que os alunos

tomem a iniciativa de resolver os problemas fornecidos semanalmente na ficha de problemas. Juntamente com os questionários (facultativos, geralmente com a adesão dos bons alunos), a prática de resolução de problemas, aliada ao estudo em casa, vai construindo a imagem mental abrangente da matéria da disciplina, que é extensa mas adequada. A avaliação procura abranger as diversas etapas e formas de aprendizagem: dois testes obrigatórios durante o semestre para incentivar os alunos a estudar os conceitos teóricos e práticos, questionários (para os que quiserem), exame final para que os alunos trabalhem a matéria no seu conjunto.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

An effort is made to involve the students in active learning, incentivizing them to participate in the theoretical lectures (facultative), theoretical-practical lecturers (mandatory) and practical laboratorial lectures (facultative).

Along each chapter, numerous examples are solves in the three types of classes, calling for the students initiative to solve by themselves the problems sheet distributed each week. Together with the quizzes (facultative, usually the good students adhere), this practice of problem solving, with the home study, build progressively a mental image embracing all the course topics (that are extensive but appropriate).

The evaluation aims to embracing the diverse stages and learning forms: two mandatory tests (to lead the students to study continuously the theoretical and practical concepts), quizzes (for those who want), final exam to lead the students to work out all the material together

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

An Introduction to Formal Languages and Automata, Peter Linz, 5th Ed., Jones and Bartlett Learning, 2012

Models of Computation and Formal Languages, R. Gregory Taylor, Oxford University Press, 1998.

Introduction to Automata Theory, Languages and Computation, 2nd Ed., John Hopcroft, Rajeev Motwani, Jeffrey Ullman, Addison Wesley, 2001.

Elements for the Theory of Computation, Harry Lewis and Christos Papadimitriou, 2nd Ed., Prentice Hall, 1998.

Introduction th the Theory of Computation, Michael Sipser, PWS Publishing Co, 1997.

Sítios web diversos a indicar nas aulas

Anexo II - Teoria da Informação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Teoria da Informação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Information Theory

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF/COS

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

72

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Prof. Paulo Fernando Pereira de Carvalho (13 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

6 horas por semana a atribuir de acordo com a distribuição de serviço/6 hours per week to assign depending on the distribution of service

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

Fornecer de uma forma sistemática as noções fundamentais da teoria da informação e a sua aplicação em contextos de aprendizagem computacional, análise de dados e, sobretudo, aos princípios da codificação nos contextos da codificação de fontes e de canal e na criptografia. É objetivo exporem-se os fundamentos algébricos por forma a permitir uma aprendizagem dos princípios abstratos da teoria da informação e a matemática sofisticada da codificação. A disciplina contribui para a aquisição das seguintes competências:

Instrumentais:

- *Capacidade de análise e de síntese em problemas complexos;*
- *Aprofundamento do raciocínio matemático;*
- *Capacidade de abstração e de generalização;*
- *Competência de resolução de problemas concretos no âmbito da aprendizagem computacional e da análise da informação, na compressão de dados, na codificação de canal e na encriptação e segurança.*

Pessoais:

- *Trabalho em grupo;*
- *Raciocínio crítico.*

Sistémicas:

- *Autoaprendizagem;*
- *Investigação.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide the students with the main concepts and foundations of information theory and its applications in computational learning, source and channel coding and cryptography. The goal is to expose the algebraic foundations in order to enable the student to learn the abstract concepts of information theory and the sophisticated mathematics of coding.

The course will contribute to the acquisition of the following competences:

Instrumental:

- *Analysis and synthesis of complex problems;*
- *Mathematical Reasoning;*
- *Abstraction and generalization;*
- *Problem solving, namely in the area of computational learning, data compression channel coding and cryptography.*

Personal:

- *Team work;*
- *Critical reasoning.*

Systematic:

- *Self-learning*
- *Research.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Fundamentos:**

Informação: intuição, conceito e propriedades; Entropia, incerteza e dispersão; Entropia conjunta, condicionada e propriedades; Divergência Kullback-Leibler; Informação Mútua; Regras da Cadeia; Princípio da entropia máxima.

2. Entropia e compressão:

O teorema da codificação da fonte; Códigos e propriedades; Teorema de Kraft e de McMillan; Códigos Óptimos; Códigos de Shannon-Fano-Elias; Códigos de Huffman; Códigos Aritméticos; Códigos de dicionário.

3. Criptografia

Domínios e tipos de alg.; Alg. clássicos; Seq. pseudo-aleatórias; Encriptação perfeita e imperfeita; Distribuição de chaves; Alg. de chave assimétrica – o RSA, o teorema de Euler, limites de segurança do RSA, alg.s de Euclides, peq. Teor. de Fermat, resto Chinês); Alg. de chave simétricas; Funções de Hashing, Curvas elípticas, aplicações em protocolos de segurança (distribuição de chaves, Kerberos, PKI, X.509, PGP, SSL e TLS).

4. Códigos de correcção de erros: Tipos de canais, códigos lineares, Hamming**9.4.5. Syllabus:****1. Foundations:**

Applications; Information: intuition, concept and properties; Entropy, uncertainty and dispersion; Joint and conditional Entropy; Kullback-Leibler divergence; Mutual Information; Chain rules; maximal entropy principle.

2. Entropy and Compression:

Source coding theo.; Codes and properties; Kraft and McMillan theor.; Optimal codes; Shannon-Fano-Elias codes; Huffman codes; Arithmetic codes; Dictionary codes.

3. Cryptography

Domains and type of alg.; Classical algo.s; random sequences; Perfect and Imperfect encryption; Distribution of keys;

Symmetrical key alg.- RSA, Euler theo., security limits, Euclid's Algo.s, Fermat's theorem, Chinese remainder theo.); Symmetrical key algo.s.; Hashing functions; Elliptic curves, applications to security protocols (key distribution, Kerberos, PKI, X.509, PGP, SSL and TLS).

4. Error Control Coding

Channel coding theo.; Type of channels and codes; Linear codes, Hamming codes; cyclic codes.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
O capítulo 1 introduz conceitos fundamentais da teoria da informação e apresenta domínios de aplicação, em particular ao nível da aprendizagem computacional, da optimização e da codificação. Estes princípios são posteriormente utilizados para introduzir e caracterizar os diversos esquemas de codificação em função das suas assunções estatísticas. As limitações dos esquemas de encriptação e os seus limites são introduzidos e analisados no capítulo 3, sendo descritos os principais esquemas de encriptação usados atualmente em informática. Finalmente, descrevem-se os conceitos de capacidade de canal e os seus teoremas principais de suporte no capítulo 4, sendo apresentados adicionalmente os conceitos algébricos e a teoria dos códigos lineares.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Chapter 1 introduces fundamental concepts in information theory as well as different domains of application like computational learning, optimization and coding. These foundations are then used to introduce and characterize distinct coding strategies based on their statistical assumptions. Limits of encryption strategies are then introduced in chapter 3, where the main encryption strategies are discussed. Finally, the concept of channel capacity and its main supporting theorem is introduced in chapter 4. This chapter also covers linear error control coding as well as its mathematical foundations.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e com a resolução de exercícios práticos elementares que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais.

Aulas teórico-práticas em que se pretende que os alunos, com a orientação do docente, resolvam alguns exercícios de papel e lápis, que exijam a conjugação de conceitos teóricos distintos e promovam o raciocínio crítico face a problemas mais complexos.

Aulas práticas dedicadas à realização de exercícios de programação envolvendo os diversos conceitos.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes with detailed presentation, using audiovisual means, of the concepts, principles and fundamental theories and solving of basic practical exercises to illustrate the practical interest of the subject and exemplify its application to real cases.

Theoretical-practical classes where the students, supervised by the staff member, solve practical exercises, which require the combination of different theoretical concepts and promote critical reasoning in the presence of more complex problems.

Practical classes are devoted to programming exercises involving the main concepts.

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

Nesta disciplina o método de ensino fomenta o envolvimento do aluno desde o início da disciplina, procurando uma aprendizagem de conhecimentos e competências continua. É com esse objectivo que o estudo contínuo é estimulado por recurso aos mini-testes, aos TPCs que resultam, regra geral, de desafios motivados por dúvidas ou questões de generalização que surjam no contexto da aula, e ainda à resolução de problemas. Para além dos conhecimentos e competências técnicas, a metodologia adoptada pretende induzir o desenvolvimento de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas teórico-práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências de resolução de problemas, capacidade de abstracção e generalização, raciocínio matemático e crítico, aplicação prática dos conhecimentos.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

In this course the teaching approach stimulates continuous student involvement in order to achieve a continuous learning and acquisition of knowledge and competences. It is with this goal in mind that students have to perform regular homework assignments, usually motivated by discussions or doubts raised in theoretical classes, as well as to solve problems. The adopted teaching strategy intends to foster the acquisition of some generic instrumental personal and systematic competences. With the knowledge and comprehension of the topics taught in the theoretical classes and the exercises developed in the theoretical-practical classes, conditions are raised to develop competences in problem solving, capacity of abstraction and generalization, in mathematical and critical reasoning, practical application of the theoretical knowledge acquired, and, at an advanced level, analysis and synthesis. The latter competences are further developed through the practical programming assignments.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

K. Sayood, Introduction to data compression: second edition, Morgan Kaufman, 2000. (selected chapters)
J. C. MacKay (2003) Information Theory, Inference and Learning Algorithms, University of Cambridge, (<http://www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/itila/book.html>)(selected chapters)
W. Trappe, L. Washington, Introduction to Cryptography with Coding Theory, Prentice Hall, 2nd Edition (selected chapters)
Shu Lin, Daniel J. Costello (2004) Error Control Coding, Second Edition, Prentice Hall; 2nd Edition (selected chapters)
Carvalho, P. (2011) – Slides de Teoria de Informação, DEI-FCTUC.

Complementar/Complementary:

T. Cover, J. Thomas (1991) Elements of Information Theory, John Wiley&Sons.

Anexo II - Tópicos de Física Moderna**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Tópicos de Física Moderna

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Topics in Modern Physics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FIS/PHY

9.4.1.3. Duração:

S/S

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

86

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Helena Vieira Alberto (9 h/week)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Rui César do Espírito Santo Vilão (6 h/week)

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

Transmitir aos alunos conceitos básicos e ferramentas de trabalho que permitem explicar, compreender e prever fenómenos em Física Clássica e em Física Quântica e a sua relação com Computação Quântica. Estimular a aquisição de competências em análise e síntese, comunicação escrita, resolução de problemas, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma, trabalho de grupo e aplicação prática de conhecimentos teóricos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide the students with the main concepts and tools required to explain, understand and predict phenomena in Classical Physics and Quantum Physics and their relationship with Quantum Computation. Acquiring competencies in

synthesis and analysis, written communication, problem solving, critical reasoning, autonomous learning, work in a group, practical application of theoretical knowledge.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *A medida em Física Clássica.*

2. *A descrição do movimento de uma partícula em Física Clássica.*

A equação do movimento de uma partícula a uma dimensão. Descrição do comportamento de uma partícula a partir da energia potencial e das condições iniciais. Oscilador harmónico clássico.

3. *A descrição de uma onda.*

Equação geral de uma onda a uma dimensão. Sobreposição e interferência. Ondas estacionárias. Batimentos. Pacotes de onda. Transmissão de informação. Ondas eletromagnéticas: o limite da ótica geométrica e da ótica física.

4. *Física Quântica*

A interpretação probabilística da função de onda de uma partícula. A equação de Schrödinger a uma dimensão: exemplos. O problema da medida em Física Quântica. Os estados de spin como exemplo de um sistema quântico binário. Estados de Bell.

5. *Computação Quântica*

Relação entre bits clássicos e bits quânticos ou qubits. Operações com qubits. Potencialidades e dificuldades de implementação.

9.4.5. Syllabus:

1. *Measurement in Classical Physics*

2. *The description of motion of a particle in classical physics.*

The equation of motion of a particle in one dimension: the fundamental law of dynamics. Description of the behaviour of a particle from the potential energy and the initial conditions. Classical harmonic oscillator.

3. *The description of a wave.*

General equation of a wave in one dimension. Overlapping and interference. Transmission of information.

Electromagnetic waves: the limits of geometrical and physical optics.

4. *Quantum Physics*

The probabilistic interpretation of a particle wave function. The Schrödinger equation in one dimension: examples. The problem of measurement in quantum mechanics. The spin states as an example of a binary quantum system. Bell states.

5. *Quantum computing*

Relation between classical bits and quantum bits or qubits. Operations with qubits. Possibilities and difficulties of implementation.

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

Os três primeiros tópicos (tópico 1 a 3) introduzem os conceitos em Física Clássica necessários para compreender os aspetos fundamentais de Física Quântica (tópico 4) que são usados em Computação Quântica (tópico 5). Em concreto a medida de uma grandeza (tópico 1), o comportamento de partícula (tópico 2) e o comportamento de onda (tópico 3) estão relacionados com aspetos fundamentais de Física Quântica (tópico 4). Neste último tópico discute-se o problema da medida em Física Quântica e exemplifica-se com a medição de estados de spin, um sistema binário essencial para compreender Computação Quântica, o tema do tópico 5. No tópico 5 abordam-se aspetos básicos da computação quântica e informação quântica e aquilo que a diferencia da informação clássica.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The first three topics introduce the concepts of Classical Physics needed to understand the fundamental aspects of Quantum Physics (topic 4) that are used in Quantum Computation (topic 5). In particular, measurement (topic 1), the characterization of the particle and wave behavior (topics 2 and 3) are related with fundamental aspects of quantum physics (topic 4). In the latter topics The problem of measurement in quantum physics is also discussed and exemplified with the measurement of spin states, a binary system essential to understand Quantum Computing, the theme of topic 5. Quantum phenomena that are at the origin of quantum computation are also introduced in topic 4. In the topic 5 fundamental aspects of quantum computation and quantum information are addressed.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição dos conceitos e exemplos de aplicação, recorrendo a meios tradicionais (quadro), meios audiovisuais e demonstrações experimentais; aulas teórico-práticas em que os alunos resolvem problemas que aplicam os conceitos abordados a situações práticas e desenvolvem sentido crítico em relação aos resultados; aulas práticas com a realização de dois trabalhos experimentais.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes with presentation of the concepts and examples of practical applications, using the black board, audiovisual means and experimental demonstrations; theoretical-practical classes where the students solve practical exercises, which require the understanding of theoretical concepts and promote critical reasoning; laboratory classes

with execution of two different experiments.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, desenvolvendo, para além de competências técnicas específicas, competências genéricas de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas teórico-práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese.

Nas aulas laboratoriais, com a realização de experiências simples, procura familiarizar-se os alunos com a implementação prática de alguns conceitos lecionados. O tratamento, a interpretação dos resultados e a escrita dos relatórios contribuem para criar competências em aprendizagem autónoma e em comunicação escrita.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature.

With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the theoretical-practical classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and synthesis.

In the laboratory classes, simple experiments are carried out to familiarize students with the practical implementation of some concepts and the techniques used in data analysis. The treatment and interpretation of the results and the writing up of test reports build up in the students competencies in autonomous learning and written communication.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Jorge Dias de Deus, Mário Pimenta, Ana Noronha, Teresa Peña, Pedro Brogueiro (2000) - Introdução à Física, 2ª edição, McGraw-Hill.*
- *Kenneth Krane (1996) - Modern Physics, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc.*
- *Helena Vieira Alberto, "Informação Quântica - Uma introdução" - Notas letivas de Tópicos de Física Moderna*
- *Michael A. Nielsen and Isaac L. Chuang (2010) - Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press.*
- *Vitaly Chepel (2006) - "Apontamentos de Tópicos de Física Moderna", DF-FCTUC*

9.5. Fichas curriculares de docente

Anexo III

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

<sem resposta>

9.5.2. Ficha curricular de docente:

<sem resposta>