

PERA/2223/1600185 — Apresentação do pedido

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.

NCE/16/1600185

1.2. Decisão do Conselho de Administração.

Acreditar com condições

1.3. Data da decisão.

2017-05-31

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._Síntese melhorias 2022 ver14 p PDF 200KB \(1\).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?

Sim

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

As UCs de opção propostas aquando da pronúncia do processo NCE/16/00185 foram alteradas devido à dificuldade em compatibilizar horários de UCs de outros cursos, em especial tendo em conta as aulas PL de outras UCs no 5º semestre e a UC de projeto no 6º semestre. Esta dificuldade de compatibilização de horários, é exacerbada quando se consideram UCs opcionais de outra escola (ESTeSL). A oferta de UCs de opção a decorrer desde 2020/21 foi também definida de acordo com a alteração da estrutura curricular do Mestrado em Engenharia Biomédica. Neste âmbito foram disponibilizados desde 2020/21, as seguintes UCs opcionais de outras licenciaturas do ISEL:

- Fontes de Energia Renováveis;*
- Microbiologia Industrial;*
- Gestão das Operações;*
- Instalações, Serviços e Segurança;*
- Física Estatística computacional;*
- Estatística Multivariada.*

Em 2020/21, os alunos da Licenciatura em Engenharia Biomédica (LEB), apresentaram uma taxa de êxito >80% nas UCs de opção. Dado a dificuldade observada quanto à UC de Estatística Multivariada, foi concebida em alternativa a UC de Técnicas de Estatística Multivariada, a oferecer na LEB deste ano letivo.

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

The optional disciplines initially proposed (NCE/16/00185) were changed due to the difficulty in reconciling the schedules of disciplines from other courses, especially taking into account the PL classes of other disciplines and the Project discipline in the 6th semester. This difficulty in making schedules compatible is exacerbated when considering optional disciplines from another school (ESTeSL). The offer of optional disciplines running since 2020/21 was also defined in accordance with the change in the curricular structure of the Master in Biomedical Engineering. In this context, since 2020/21, the following optional UCs from other ISEL degrees have been made available:

- Renewable Energy Sources;*

- *Industrial Microbiology;*
- *Operations Management;*
- *Facilities, Services and Security;*
- *Computational Statistical Physics;*
- *Multivariate Statistics.*

In 2020/21, the course students had a success rate of >80% in the optional disciplines. Given the difficulty observed with regard to the discipline of Multivariate Statistics, the discipline of Techniques of Multivariate Statistics was conceived as an alternative, to be offered at the LEB since this academic year.

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? *Sim*

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

Todas as salas de aulas apresentam projetores. Os laboratórios do Departamento de Engenharia Química têm sido dotados de novos equipamentos, adquiridos no âmbito de diversos projetos de investigação e de parcerias com outras instituições, nomeadamente com a que possibilitou a criação do laboratório Pharmalab. Como exemplos de equipamentos recentemente adquiridos destacamos, entre outros, uma microbalança de cristal de quartzo, HPLC-MS, um GC-MS, um HPLC-UV e um HPLC-PDA. Foi criado um laboratório informático "Lab4Mat" ao abrigo do programa "Lisboa-74-2018-01 Infraestruturas Educativas para o Ensino Superior: Equipamentos", com capacidades computacionais adequados ao ensino e desenvolvimento de modelação e simulação avançados. Foram também instalados um laboratório dedicado ao desenvolvimento de dispositivos IoT e uma Oficina Digital com foco na robótica, impressão 3D e ambientes multimédia interativos.

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

The laboratories of the Department of Chemical Engineering have been equipped with new equipment, acquired within the scope of various research projects and partnerships with other institutions, namely with Hovione, which enabled the creation of the Pharmalab laboratory. As examples of recently acquired equipment, we highlight, among others, a quartz crystal microbalance, HPLC-MS, a GC-MS, an HPLC-UV and an HPLC-PDA. A "Lab4Mat" computer lab was created under the "Lisboa-74-2018-01 Educational Infrastructures for Higher Education: Equipment" program, with computational capabilities suitable for teaching and developing advanced modelling and simulation. A laboratory dedicated to the development of IoT devices, and a Digital Workshop focused on robotics, 3D printing and interactive multimedia environments were also installed.

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

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

Foram realizadas visitas de estudo a hospitais e empresas e realizados seminários, por profissionais provenientes por ex da Fundação Calouste Gulbenkian, Serviços Partilhados do Ministério da Saúde, Univ Minho e Instituto Superior Técnico. Em 2020/21 funcionou pela primeira vez o 3º ano da licenciatura, a qual abrange a UC de projeto ou estágio. Mesmo com as restrições pandémicas, foram realizados em 2020/21, 18 trabalhos, dos quais 5 foram realizados em instituições exteriores ao ISEL, como Fundação Champalimaud, CardiID e na Federação Portuguesa de Atletismo. Em 2021/22, dos 24 projetos/ estágios, 14 trabalhos foram realizados em instituições exteriores ao ISEL, designadamente na Fundação Champalimaud, no Hospital de St Maria, no Hospital Garcia da Horta, no Hospital da Luz, na Cardio ID, no Campus Neurológico Sénior, na Medela, no Instituto Soldadura Qualidade e na ITClinica. Foram estabelecidos protocolos com o Lusíadas, Hovione, Closer, Allianz, Bioceramed, Omnova, Allmicroalgae

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

Study visits were conducted to hospitals and companies and seminars were given by professionals from for ex. Calouste Gulbenkian Foundation, the Shared Services of the Ministry of Health, Univ. Minho and Lisbon. 2020/21, inserted in the Project discipline, from the 18 works, 5 were conducted outside ISEL, despite COVID, including Champalimaud Foundation, CardiID and at the Federação Portuguesa de Atletismo. In 2021/22, from 24 works, 14 were carried out outside ISEL, e.g. Champalimaud Foundation, at Hospital de St Maria, at Hospital Garcia da Horta, at Hospital da Luz, at Cardio ID, at the Senior Neurological Campus, at Medela, at the Soldadura Quality Institute and at ITClinica Lda. Collaboration protocols were also established with Lusíadas, Hovione, Closer, Allianz, Bioceramed, Omnova Portugal and Allmicroalgae.

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?

Sim

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

Em 2020/21 funcionou pela primeira vez o 3º ano da licenciatura, a qual abrange a UC de Projeto, englobando nesse ano a realização de 18 trabalhos distribuídos por 8 projetos e 10 estágios. Apesar da pandemia, 5 estágios foram realizados em instituições exteriores ao ISEL: CardioID, Federação Portuguesa de Atletismo e Fundação Champalimaud. Em 2021/22, foram realizados 24 trabalhos, distribuídos entre 8 projetos e 16 estágios. Destes 24 trabalhos, 14 foram realizados em instituições exteriores ao ISEL, como na Cardio ID, Campus Neurológico Sénior, Medela, Hospital da Luz, Inst. Soldadura Qualidade, Fund. Champalimaud, Hosp. St Maria, Hosp. Garcia Horta e ITClinica Lda.

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

In 2020/21, the 3rd year of the course took place for the first time, which covered the Project discipline. In that year, that discipline included 18 works spread over 8 projects and 10 internships. Despite the COVID pandemic, 5 internships were carried out in institutions outside ISEL: CardioID, Portuguese Athletics Federation and Champalimaud Foundation. In 2021/22, 24 works were carried out, distributed among 8 projects and 16 internships. Of these 24 projects, 14 were carried out in institutions outside ISEL, such as Cardio ID, Senior Neurological Campus, Medela, Hospital da Luz, Inst. Welding Quality, Fund. Champalimaud, Hosp. St Maria, Hosp. Garcia Horta and ITClinica Lda.

1. Caracterização do ciclo de estudos.

1.1 Instituição de ensino superior.

Instituto Politécnico De Lisboa

1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.

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

Instituto Superior De Engenharia De Lisboa

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

1.3. Ciclo de estudos.

Engenharia Biomédica

1.3. Study programme.

Biomedical Engineering

1.4. Grau.

Licenciado

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

[1.5._Despacho_nº6335_2017 LEB.pdf](#)

1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.

Ciências da Engenharia e Tecnologias

1.6. Main scientific area of the study programme.

Technologies and Engineering Sciences

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

520

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:

729

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:

<sem resposta>

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 (6 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.

40

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

<sem resposta>

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

<no answer>

1.11. Condições específicas de ingresso.

*Curso de ensino secundário ou habilitação nacional ou estrangeira legalmente equivalente
Acesso através do concurso nacional de acesso ao ensino superior e outros regimes legalmente aplicáveis.*

07- Física e Química e 19 – Matemática A

Classificações mínimas: Nota de candidatura: 100 pontos; em cada prova de ingresso: 100 pontos

Fórmula de cálculo: Média do ensino secundário: 65%; Prova de ingresso: 35%

1.11. Specific entry requirements.

*Secondary education course or equivalent national or international courses
Access via the national competition for access to higher education and other legal regimes.*

07-Physics and Chemistry and 19- Mathematics A

Minimum classifications: Application mark: 100 points; Each admission exam: 100 points.

Minimum for admission score calculation: Average secondary school: 65 %; Average admission exams: 35%

1.12. Regime de funcionamento.

Diurno

1.12.1. Se outro, especifique:

Regime diurno e pós-laboral para trabalhadores-estudantes se o seu número o justificar

1.12.1. If other, specify:

Daytime and after working-hours only if the number of working-students is enough

1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Rua Conselheiro Emídio Navarro, 1

1959-007 Lisboa

Portugal

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

1.15. Observações.

A Licenciatura em Engenharia Biomédica (LEB) responde à elevada procura de engenheiros biomédicos e à falta de oferta de formação deste tipo no distrito de Lisboa em relação às vagas disponíveis no ensino superior público. O programa curricular da LEB está de acordo com as indicações de reforço das formações em Tecnologias de Informação, Eletrónica e de Física Médica. A LEB beneficia da história e experiência do ISEL como instituição com larga tradição no ensino da engenharia em Portugal, em particular nas áreas da Engenharias Química e Bioquímica, Mecânica, Eletrónica e Informática. A LEB beneficia igualmente do elevado dinamismo do Mestrado em Engenharia Biomédica em funcionamento no ISEL desde 2015, em parceria com a Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa. A LEB tem preenchido todas as vagas desde que entrou em funcionamento em 2018/19, tendo apresentado um aumento continuado da média do último colocado no concurso geral de acesso (CGA) ao ensino superior. Nos 4 anos de funcionamento do curso, o curso funcionou de forma geral adequado, de acordo com a avaliação muito positiva efetuada pelos docentes e estudantes, quer do ponto de vista do funcionamento global do curso quer do das UCs, conforme apresentado no Relatório de curso. O sucesso académico dos alunos tem sido também elevado.

1.15. Observations.

The Biomedical Engineering course (LEB) is according to the high demand for biomedical engineers and the lack of courses for this type in the district of Lisbon in public schools. The LEB's curricular program is in accordance with the needs to reinforce training in Information Technologies, Electronics and Medical Physics. LEB benefits from ISEL's long history and experience in engineering education in Portugal, particularly in the areas of Chemical and Biochemical Engineering, Mechanics, Electronics and Informatics. It also benefits from the high dynamism of the master's in Biomedical Engineering in operation at ISEL since 2015, in partnership with the Lisbon School of Health Technology. The course has filled all vacancies since it started in 2018/19, having shown a continued increase in the average of the last placed student in the general entrance contest (CGA). In the 4 years of the course's operation, the course functioned in a generally adequate mode, according to the very positive evaluation made by the teachers and students, both from the point of view of the overall functioning of the course and that of disciplines. The academic success of students is also high.

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	MAT	30	0	
Física	FIS	11	0	
Química	QUI	17.5	0	
Biologia e Saúde	BS	25.5	0	
Engenharia Informática	INF	10.5	0	

Engenharia Electrónica	ELE	9.5	0
Engenharia Mecânica	MEC	15.5	0
Engenharia Biomédica	EB	52.5	0
Estas ou outras áreas		0	8
(9 Items)		172	8

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.

O método de ensino é centrado no estudante, em que as aulas teóricas são, regra geral, reforçadas por aulas teórico-prático e/ou de práticas laboratoriais. É da competência Conselho Pedagógico(CP) elaborar as propostas e dar parecer sobre a orientação pedagógica do ISEL. O CP inclui os Coordenadores e os Estudantes Delegados dos Cursos. No processo de avaliação pedagógica são considerados: os relatórios das UCs elaborados pelos docentes; relatórios de sucesso escolar; inquéritos aos docentes e aos estudantes; opinião da Comissão de Coordenação de Curso(CCC). O CCC é constituída pelo coordenador de curso (eleito pelos docentes), 3 estudantes representantes de cada ano do curso, e por 4 docentes do curso. A CCC colabora com o CP e com o Conselho Técnico-Científico. A CCC reúne periodicamente com docentes e estudantes do curso.

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 teaching method is oriented towards the student, in which theoretical classes are generally reinforced by theoretical-practical classes and/or laboratory practices. It is the competence of the Pedagogical Council (CP) to draw up proposals and give an opinion on ISEL's pedagogical guidance. The CP comprises the courses coordinators and the courses student delegates. In the course pedagogical evaluation process, the following are considered: the UC reports prepared by teachers; academic success reports; teachers' surveys; student surveys; opinion of the Course Coordination Council (CCC). The CCC is composed by the course coordinator (elected by the professors), 3 students representing each year of the course, and 4 professors of the course. The CCC collaborates with the CP and the Technical-Scientific Council. The CCC meets periodically with professors and students of the course.

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

As horas de contato e as horas de trabalho da UC são estipuladas na Ficha de Unidade Curricular, as quais são aprovadas pelos órgãos da escola e de acordo com o regulamento de ECTS do ISEL.

Com base neste princípio, o Conselho Pedagógico, com o apoio da Comissão de Coordenação do curso, avalia se a carga média de trabalho dos estudantes está de acordo com os ECTS associados a cada UC.

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

Contact hours and working hours at the disciplines are stipulated in the discipline form, approved by the school bodies and in accordance with ISEL's ECTS regulation.

Based on this principle, the Pedagogical Council, with the support of the Course Coordination Committee, assesses whether the average workload of students is in accordance with the ECTS associated with each UC.

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

O funcionamento de cada UC segue o estipulado na respetiva Ficha de Unidade Curricular (FUC), aprovada nos órgãos da escola. Em cada FUC, há o cuidado de explicitar quais os itens da avaliação que se relacionam com os objetivos de formação e programa e resultados de aprendizagem. A avaliação de cada UC segue o disposto no Regulamento Pedagógico e de Avaliação de Conhecimentos do ISEL.

Compete ao docente responsável da respetiva UC a aplicação do método de avaliação descrito na FUC. Todas as FUCs estão disponíveis no sítio internet do ISEL. Eventuais desvios entre a avaliação de conhecimentos efetivamente praticada numa UC e a descrita na FUC são resolvidos no âmbito da Comissão Coordenadora de Curso, em articulação com o responsável da UC. Esta Comissão, para além de cinco docentes é também composta por três estudantes, um por cada ano do curso. Assim, garante-se a identificação e a rápida correção deste tipo de situações

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

Each curricular unit follows the respective Curricular Unit Form (FUC), approved by the school organizing committees. In each FUC, care is taken to explain how the assessment items relate to the identified learning outcomes. The evaluation of each UC follows the ISEL Pedagogical Regulation and Knowledge Assessment.

It is the professor responsibility to apply the evaluation method described in the FUC. All FUCs are available on the ISEL website. Any deviations between the assessment of knowledge actually practiced in a UC and that described in the FUC are resolved within the scope of the Course Coordinating Committee, in conjunction with the person in charge of the UC. This Committee, in addition to five professors, is also composed of three students, one for each year of the course. This ensures the identification and rapid correction of this type of situation.

2.4. Observações

2.4 Observações.

A Licenciatura em Engenharia Biomédica do ISEL apresenta objetivos de formação de acordo com as necessidades do mercado, e de acordo com a evolução científica e tecnológica da área da Engenharia Biomédica. O curso apresenta uma estrutura curricular exigente e que visa formar profissionais que possam ingressar no mercado de trabalho ou, em alternativa, prosseguir a formação pós-graduada a nível, por exemplo, de um mestrado. Nestes primeiros anos de funcionamento, o curso funcionou de forma geral muito bem, de acordo com a avaliação muito positiva efetuada pelos docentes e estudantes, quer do ponto de vista do funcionamento global do curso quer do das diferentes UCs. O curso beneficia da experiência do ISEL no ensino de cursos de engenharia, assim como da colaboração com a Escola de Saúde, e em especial do funcionamento já há 8 anos do curso de mestrado em engenharia biomédica. O corpo docente do curso realiza investigação nas suas áreas de competência, e promove a ligação dos seus alunos a instituições exteriores, como na realização de projetos ou estágios, quer na integração de seminários.

2.4 Observations.

The Degree in Biomedical Engineering from ISEL presents formation goals in accordance with the needs of the market, and in accordance with the scientific and technological evolution in Biomedical Engineering. The course has a curriculum structure aiming to train professionals that can enter the job market or, alternatively, pursue postgraduate training at the level, for example, of a master's degree. In these first years of operation, the course generally worked very well, according to the very positive assessment made by teachers and students, both from the point of view of the overall functioning of the course and that of the different disciplines. The course benefits from ISEL's large experience in teaching engineering courses, as well as from the collaboration with the School of Health, and from the the master's course in biomedical engineering. The course teachers carry out research in their areas of competence and promote the connection of their students to external institutions, such as in carrying out projects or internships, or in the integration of seminars.

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.

Cecília Calado, Coordenadora da Lic. Engenharia Biomédica (LEB) desde 2018, Coordenadora do Mestrado Eng. Biomédica (MEB) desde 2015. Professora Auxiliar da Faculdade Engenharia da Universidade Católica Portuguesa (2005 e 2014), tendo aí exercido as funções de vice-Diretora da FE-UCP (2009-2013), membro do Conselho Científico (2006-2014) e Coordenadora da LEB e do MEB (2006-2014);
Manuel Matos, vice-Presidente IPL, membro CTC, membro CCC-MEB, vice-presidente ISEL (2002-2006 e 2014-2016), Coordenador da Licenciatura Engenharia Química e Biológica (2007-2014);
António Jorge Silvestre, Presidente do Conselho de Representantes, membro da CCC-MEB, Presidente Departamento de Física (2014-2018), membro CTC (2014-2021) e Presidente do Conselho de Supervisão (2018-2021).
João Costa, membro da CCC da Licenciatura em Ortoprotésia e do MEB, membro do CTC;
Miguel Minhalma, membro CCC-MEB, ex-membro da CCC da Lic. Eng. Química iológica e do Mestrado Eng. Química Biológica (2008-2010).

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
Alessandro Fantoni	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Alexandra Isabel Paulo Costa	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Maria Amélia Ramos Loja	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Ana Catarina Cardoso Sousa	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
André Ribeiro Lourenço	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotecnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Ângela Maria Pereira Martins Nunes	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
António Jorge Duarte de Castro Silvestre	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Física, especialidade Física da Matéria Condensada	100	Ficha submetida

António José Ricardo	Professor Adjunto ou equivalente	Licenciado		Medicina	30	Ficha submetida
Catarina Marques Mendes Almeida da Rosa Leal	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Ciência dos Materiais	100	Ficha submetida
Cecília Ribeiro da Cruz Calado	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Biotecnologia	100	Ficha submetida
Elisabete Clara Bastos Alegria	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Feliz José Mil-Homens dos Santos	Professor Adjunto ou equivalente	Mestre	Título de especialista (DL 206/2009)	Energia	100	Ficha submetida
Fernando Manuel Duarte Oliveira Nunes	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor	CTC da Instituição proponente	Segurança e Saúde do Trabalho	100	Ficha submetida
Filipa Soares de Almeida	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Helena Maria dos Santos Paulo	Professor Adjunto ou equivalente	Mestre		Gestão e Estratégia Industrial	100	Ficha submetida
Hugo Filipe Félix Antunes da Silva	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Química com especialização em Química Analítica	100	Ficha submetida
Inês de Carvalho Jerónimo Barbosa	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Iola Maria Silvério Pinto	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Matemática - Estatística	100	Ficha submetida
Jaime Filipe Borges Puna	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Joana Pedro da Silva Silvestre	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Medicina	20	Ficha submetida
João Pedro Barrigana Ramos da Costa	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Biophysical Computing	100	Ficha submetida
João Filipe de Almeida Milho	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Joel Alexandre da Silva Jesus	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Integridade Estrutural	100	Ficha submetida
Jorge das Neves Duarte	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
José Maria Cantista de Castro Tavares	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Lina da Conceição Capela de Oliveira Vieira	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Engenharia Biomédica e Biofísica	15	Ficha submetida
Luis Miguel da Cruz Coelho	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Medicina	20	Ficha submetida
Luís Miguel Fernandes	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Microelectrónica e Optoelectrónica	100	Ficha submetida
Luís Miguel Minhalma	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Magda Sofia Cardoso Nobre Semedo	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Biotecnologia e Biociências	100	Ficha submetida
Manuel José de Matos	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Maria Margarida C. Pinto Ribeiro	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Ciências da Viva	15	Ficha submetida
Maria Paula Alves Robalo	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Nelson Alberto Frade da Silva	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Química com especialização em Química Analítica	100	Ficha submetida
Nelson Guerreiro Cortez Nunes	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Química Física	100	Ficha submetida
Patrícia Alexandra David Barata	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Química Sustentável	100	Ficha submetida
Paulo Ivo Cortez Teixeira	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Física / Physics	100	Ficha submetida
Paulo José Raimundo Ramos	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Martins Ferreira	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Física teórica	100	Ficha submetida

Pedro Manuel Alves Patrício da Silva	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Física - Física da Matéria Condensada	100	Ficha submetida
Porfírio Pena Filipe	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	CTC da Instituição proponente	Engenharia Informática e de Computadores	100	Ficha submetida
Rita Isabel Dias Pacheco	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Tecnologia Bioquímica	100	Ficha submetida
Sérgio Jorge Pereira da Costa	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Química e Bioquímica	100	Ficha submetida
Sérgio Paulo Lopes	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Matemática (Análise Numérica e Matemática Computacional)	100	Ficha submetida
Sónia Alexandra de Almeida Martins	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Bioquímica	100	Ficha submetida
Tânia Raquel Faria Vaz	Equiparado a Assistente ou equivalente	Mestre		Medicina Nuclear	10	Ficha submetida
Tiago Alexandre Ferreira de Castela	Assistente convocado ou equivalente	Mestre		Radiações Aplicadas às Tecnologias da Saúde - Ressonância Magnética	10	Ficha submetida
Tiago Gorjão Clara Charters D'Azevedo	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Física-Matemática	100	Ficha submetida
Isabel Maria da Silva João	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
					4320	

<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.

49

3.4.1.2. Número total de ETI.

43.2

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:	42	97.222222222222

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):	40.7	94.212962962963

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	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total
--	------------------------------	---

	number in FTE	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	35	81.018518518519	43.2
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	1	2.3148148148148	43.2

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 de carreira com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Career teaching staff of the study programme with a link to the institution for over 3 years	41	94.907407407407	43.2
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	1	2.3148148148148	43.2

4. Pessoal Não Docente

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

Os espaços comuns, como anfiteatros, salas de aula e de estudo, biblioteca, cantina, reprografia, espaços desportivos, etc., são regulados pelos serviços centrais ou pela associação de estudantes. Quanto ao apoio de salas de aulas laboratoriais que os alunos da LEB utilizam, é de realçar o seguinte: A gestão da sala de informática é efetuada por 2 funcionários, um com o 12º e outro licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações e de Computadores. O apoio nas aulas PL do Departamento de Engenharia Química (DEQ) é efetuado por seis monitores ao abrigo do Artigo 12.º-B do ECPDESP (um licenciado em Engenharia Biomédica e cinco licenciados em Engenharia Química e Biológica). O problema da carência de pessoal não docente no apoio aos cursos deste departamento agudizou-se, devido aos sucessivos processos de mobilidade interna e externa dos quatro funcionários. Está a decorrer um concurso para um técnico superior e um assistente técnico.

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

The common spaces, such as amphitheatres, classrooms, study rooms, library, canteen, reprography, sports spaces, etc., are regulated by ISEL's central services or the student association. As for the support of laboratory classrooms that the students use, the following should be highlighted: The management of computer room is carried out by 2 employees, one with a 12th year degree and the other with a degree in Electronics, Telecommunications and Computer Engineering. The support to PL classes of the Department of Chemical Engineering (DEQ) is currently provided by 6 monitors under Article 12.º-B of ECPDESP (one graduate in Biomedical Engineering and five graduates in Chemical and Biological Engineering). The problem of the lack of non-teaching staff in this department has become more acute due to the successive processes of internal and external mobility of the four-support staff. There is an ongoing contest for a senior technician and a mobility technical assistant.

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

A gestão da sala de informática é efetuada por 2 funcionários, um com o 12º e outro licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações e de Computadores. O apoio nas aulas PL do Departamento de Engenharia Química (DEQ) é efetuado por seis monitores ao abrigo do Artigo 12.º-B do ECPDESP (um licenciado em Engenharia Biomédica e cinco licenciados em Engenharia Química e Biológica)

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

The management of computer room is carried out by 2 employees, one with a 12th year degree and the other with a degree in Electronics, Telecommunications and Computer Engineering. The support to PL classes of the Department of Chemical Engineering (DEQ) is currently provided by 6 monitors under Article 12.º-B of ECPDESP (one graduate in Biomedical Engineering and five graduates in Chemical and Biological Engineering)

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.

105

5.1.2. Caracterização por género

5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Feminino / Female	59
Masculino / Male	41

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	69
2º ano curricular	15
3º ano curricular	21
	105

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	38	40	26
N.º de candidatos / No. of candidates	139	180	189
N.º de colocados / No. of accepted candidates	38	40	26
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	42	43	26
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	146.7	151.8	152.4
Nota média de entrada / Average entrance mark	155.4	161.3	159.4

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.

O curso tem preenchido todas as vagas no concurso geral de acesso (CGA) ao ensino superior, apresentando um aumento consistente da média do último colocado do contingente geral. De facto, em 2019, 2020, 2021 e 2022, a classificação do último colocado na 1ª fase do CGA foi de 144.1, 146.7, 151.8 e 152.4 valores, respetivamente. Sublinha-se ainda que LEB apresenta a nota do último colocado mais elevada de todas os cursos de licenciatura do ISEL. Estes resultados corroboram a elevada procura nacional de cursos na área da Biomédica, em que os números de vagas globais oferecidas no ensino superior público são inferiores à procura.

São também bastante satisfatórios os resultados escolares dos estudantes por UC, por exemplo em 2020/21, 71% e 87% dos alunos apresentaram taxas de aprovação iguais ou superiores a 80% em relação aos alunos inscritos e avaliados, respetivamente. A média de aprovação de todas as UCs, tendo em conta os alunos inscritos, independentemente de terem sido avaliados, foi de 85.6% 13.6%.

De realçar também que, desde 2019, 3 alunos da LEB foram outorgados com o Prémio Francisco Fonseca Benevides e 7 alunos receberam menções honrosas. Este prémio é atribuído anualmente pelo Departamento de Física (DF) do ISEL e destina-se a reconhecer os estudantes com mérito académico excepcional nas unidades curriculares lecionadas pelo DF nos diferentes cursos do ISEL.

5.3. Eventual additional information characterising the students.

The course has filled all vacancies, presenting a consistent increase in the average grade of the last student. In 2019, 2020, 2021 and 2022, the classification of the last student in the 1st phase of the CGA was 144.1, 146.7, 151.8 and 152.4 values, respectively. It should also be noted that LEB has the highest grade of all ISEL degree courses. These results corroborate the high national demand for courses in the Biomedical Engineering area, in which the overall number of vacancies offered in public higher education is lower than the demand.

The academics outputs of the students per discipline is very satisfactory, for example in 2020/21, 71% and 87% of students had pass rates equal to or greater than 80% in relation to enrolled and evaluated students, respectively. The passing average of all disciplines, taking into account the enrolled students, regardless of whether they were evaluated, was 85.6% +/- 13.6%.

It should also be noted that, since 2019, 3 LEB students have been awarded the Francisco Fonseca Benevides Prize and 7 students have received honourable mentions. This prize is awarded annually by ISEL's Department of Physics (DF) and is intended to recognize students with exceptional academic merit in the curricular units taught by DF in different ISEL courses.

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 graduados / No. of graduates	0	15	16
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	0	15	16
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	0	0
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	0
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	0

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.

Os estudantes apresentam taxas de aprovação de uma forma global bastante positivas, como se pode avaliar no Relatório Anual de curso que segue anexo a este processo. Das 38 unidades curriculares (UCs), 33 (i.e., 87% das UCs) apresentaram taxas de êxito, i.e., de aprovação em relação aos estudantes avaliados, iguais ou superiores a 80%. Não foram observadas diferenças significativas de taxas de êxito nas várias áreas científicas, que variaram em média por área científica entre 81% e 100%. Mesmo considerando as taxas de sucesso, de estudantes aprovados em relação aos inscritos, as taxas de sucesso médias por área científica são elevadas, variando entre 69% e 100%. Foram obtidas as seguintes taxas médias de sucesso académico de 79%, 82%, 69%, 87%, 88%, 77%, 83%, 94% e 91%, para as áreas científicas de Matemática, Física, Química, Biologia e Saúde, Engenharia Informática, Engenharia Eletrónica, Engenharia Mecânica e Engenharia Biomédica, respetivamente.

Da análise individual das UCs, apenas as seguintes 3 UCs apresentam taxas de sucesso inferiores a 70%: Bioquímica B (63.64%), Mecânica dos Meios Deformáveis (67%) e Química Orgânica Geral (36%). De forma a apoiar uma análise mais eficiente do curso e uma melhor otimização do seu funcionamento, no presente ano foram criados coordenadores de grupos disciplinares, de acordo com os estatutos do ISEL. A comissão de coordenação reúne regularmente, com alunos, professores e coordenadores de grupos disciplinares. Houve reuniões extraordinárias em relação a estas UCs. Com base nesta análise, o professor regente de Química Orgânica efetuou a proposta de

atualização de conteúdos programáticos e métodos de avaliação da UC. Parte destes resultados podem ser devido à pandemia, dado que os alunos tiveram um número mais reduzido de aulas PL.

De facto, a maior condicionante no funcionamento do curso foi a pandemia por COVID-19, sobretudo no 2º semestre de 2019/20 e 1º semestre de 2020/21. Tal facto condicionou não só as aulas presenciais, mas em especial as aulas PL e a realização de projetos e estágios. É de sublinhar o elevado esforço de adaptação dos docentes e estudantes para minimizar o impacto na formação. Apesar destas condicionantes, nos últimos dois anos que incluíram a formação dos primeiros licenciados, houve uma percentagem elevada de projetos ou estágios de licenciatura a serem realizados em instituições exteriores ao ISEL. Mais, em 2020/21, e apesar de uma situação pandémica, todos os estudantes inscritos no 3º ano concluíram o curso. Baseado numa cooperação estreita entre a Comissão de Coordenação do Curso, os alunos e os docentes, foram identificadas necessidades de correções/otimizações dos conteúdos programáticos de algumas UCs, e mesmo da estrutura curricular, tal como descrito na última secção deste processo.

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

The students presents in general a positive approval rate, as can be seen in the Annual Course Report attached to this process. Of the 38 curricular units (CUs), 33 (i.e., 87% of the CUs) had success rates, i.e., approval rates in relation to students evaluated, equal to or greater than 80%. No significant differences in success rates were observed in the various scientific areas, which varied on average by scientific area between 81% to 100%. Even considering the success rates, i.e., of approved students in relation to those enrolled, the average success rates by scientific area is high, varying between 69% and 100%. The following average academic success rates of 79%, 82%, 69%, 87%, 88%, 77%, 83%, 94% and 91% were obtained for the scientific areas of Mathematics, Physics, Chemistry, Biology and Health, Computer Engineering, Electronic Engineering, Mechanical Engineering and Biomedical Engineering, respectively.

From the individual analysis of the CUs, only the following 3 CUs have success rates below 70%: Biochemistry B (63.64%), Mechanics of Deformable Media (67%) and General Organic Chemistry (36%). To support a more efficient analysis of the course and a better optimization of its functioning, this year coordinators of disciplinary groups were created, in accordance with the ISEL statutes. The course coordination commission meets regularly, with students, teachers and coordinators of disciplinary groups. There were extraordinary meetings regarding these CUs. Based on this analysis, the regent professor of Organic Chemistry made a proposal to update the syllabus and assessment methods of the UC. Part of these results may be due to the pandemic, given that students had a smaller number of PL classes.

In fact, the biggest constraint on the functioning of the course was the COVID-19 pandemic, especially in the 2nd half of 2019/20 and 1st half of 2020/21 academic year. This fact conditioned not only the presential classes, but especially the PL classes and the carrying out of projects and internships. It is worth to highlight the high effort made by teachers and students to adapt to minimize the impact on training. Despite these constraints, in the last two years that included the first graduates, there was a high percentage of projects or internships carried out in institutions outside ISEL. Moreover, in 2020/21, and despite the pandemic situation, all students enrolled in the 3rd year completed the course. Based on close cooperation between the Course Coordination Committee, students and teachers, needs for corrections/optimizations of the syllabus contents of some UCs, and even of the curricular structure, were identified, as described in the last section of this process.

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).

À data do preenchimento deste Guião (Novembro de 2022) a página de Estatísticas da DGEEC

<http://infocursos.medu.pt/dges.asp?code=3118&codc=9455>

não dispunha de dados sobre a Licenciatura em Engenharia Biomédica.

Face a esta limitação, a CC de curso elaborou um questionário que pode ser consultado em

<https://forms.gle/6otuWV2by56XYDxi6>

e que foi enviado aos licenciados do curso.

Responderam 31 alunos, todos os que terminaram o curso nos anos letivos de 2020/21 e 2021/22.

Constata-se que cerca de 70% dos alunos prosseguiu os seus estudos, 16% prosseguiu estudos e procurou emprego e apenas 10% procurou emprego, não continuando os estudos.

Dos alunos que procuraram emprego e também aqueles que prosseguiram estudos e procuraram emprego, apenas 1 está desempregado. Cerca de 60 % obtiveram emprego na área e a sua retribuição mensal média é entre 1000 e 1500 €.

Dos alunos que prosseguiram estudos, 60% continuou para mestrados na área da Biomédica e os restantes optaram por outras áreas.

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).

At the time this Guide was completed (November 2022) the DGEEC Statistics page did not have data on the Degree in Biomedical Engineering.

In view of this limitation, the course coordination commission prepared a questionnaire that can be consulted at

<https://forms.gle/6otuWV2by56XYDxi6>

and which was sent to course graduates.

31 students responded, all of whom completed the course in the academic years 2020/21 and 2021/22.

It appears that around 70% of the students continued their studies, 16% continued their studies and looked for a job and only 10% looked for a job, not continuing their studies.

Of the students who looked for a job and also those who continued their studies and looked for a job, only 1 is unemployed. Around 60% were employed in the area and their average monthly salary is between €1000 and €1500. Of the students who continued their studies, 60% went on to master's degrees in the Biomedical area and the rest opted for other areas.

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

Os dados recolhidos representam a situação dos alunos licenciados do curso. Foram, pelo seu número (responderam todos os diplomados) e porque são respostas dos alunos na primeira pessoa, estes dados não enfermam das limitações metodológicas apontadas aos dados da DGEEC pelo Tribunal de Contas.

De realçar a elevada taxa de empregabilidade dos diplomados do curso. Apenas 1 dos 9 alunos dos que pretendem trabalhar após a licenciatura está desempregado.

Os alunos que procuraram emprego, obtiveram colocação em menos de 3 meses com remunerações médias mensais de 1000 a 1500 euros o que é bastante razoável para recém-licenciados.

Dos alunos que continuaram estudos, cerca de 60% continuou na Engenharia Biomédica e áreas afins. Os restantes optaram por áreas, desde a Ciência de Dados, Física Tecnológica até à Medicina. Esta capacidade de enveredar por cursos bastante exigentes revela também a boa preparação dos alunos no curso.

6.1.4.2. Reflection on the employability data.

The collected data represent the situation of the graduated students of the course. Since all graduates responded and because they are student responses in the first person, this data do not suffer from the methodological limitations pointed out to DGEEC data by the Court of Auditors.

The high employability rate of course graduates should be highlighted. Only 1 of the 9 students who intend to work after graduation is unemployed.

Students who looked for a job were placed in less than 3 months with average monthly salaries of 1000 to 1500 euros, which is very reasonable for recent graduates.

Of the students who continued their studies, around 60% continued in Biomedical Engineering and related fields. The rest opted for areas, from Data Science, Technological Physics to Medicine. This ability to embark on quite demanding courses also reveals the good preparation of students in the course.

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
H&TRC - Health and Technology Research Centre	Bom	ESTeSL-IPL	2	
CeFEMA - Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados	Muito Bom	IST-UL	2	
CEG-IST (Membro Colaborador)	Muito Bom	IST-UL	1	
CEMAT - Center for Computational and Stochastic Mathematics	Muito Bom	IST-UL	1	
CEMPRE - Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos	Excelente	FCT-UC	1	
Cenimat / I3N		FCT-UNL	1	
Centre of Mathematical Analysis, Geometry and Dynamical Systems	Excelente	IST-UL	1	
Centro de Física Teórica e Computacional	Muito Bom	FC-UL	3	
Centro de matemática e aplicações	Muito Bom	FCT-UNL	2	
Centro de Matemática, Aplicações Fundamentais e Investigação Operacional	Muito Bom	FC-UL	1	
Centro de Química - Vila Real	Muito Bom	UTAD	2	
CQE - Centro de Química Estrutural	Excelente	IST & FC-UL	8	
Centro de Tecnologias e Sistemas	Muito Bom	FCT-UNL	1	
CERENA - Centro de Recursos Naturais e Ambiente	Excelente	IST-UL	1	
CFTC - Centro de Física Teórica e Computacional	Muito Bom	FC-UL	1	
CI-MOSM, Centro de Investigação em Modelação e Optimização de Sistemas Multifuncionais	sem avaliação	ISEL, IPL	1	
GeoBioTec	sem avaliação	FCT-UNL	2	
UNINOVA-CTS - Centre of Technology and Systems	Muito Bom	FCT-UNL	2	
NOVA LINCS	Excelente	FCT--UNL	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.

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/2306fc7f-61c5-5378-fb13-634ee034772a>

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

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/2306fc7f-61c5-5378-fb13-634ee034772a>

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.

Os docentes do ciclo de estudos participaram num elevado número de atividades de desenvolvimento tecnológico, de prestação de serviços à comunidade e de formação avançada. Destas atividades destacam-se a organização e apresentação de seminários, a revisão científica de artigos em revistas internacionais, a orientação de estudantes de estágio, de mestrado e de doutoramento, os cursos de formação avançada, a avaliação de propostas de projetos de investigação e a participação no programa “Ciência Viva”. O corpo docente tem igualmente participado ativamente num conjunto diversificado de projetos de I&D, enquadrados, sobretudo, no âmbito de grupos e centros de investigação acreditados, com a colaboração de empresas e de outras instituições de ensino superior.

É também de realçar que O ISEL celebrou diversos protocolos no âmbito dos programas de mobilidade de estudantes e docentes com 11 Universidades e Politécnicos nacionais. A nível internacional existem protocolos com 16 Universidades/Politécnicos. O curso tem uma ligação forte com a Universidade de Macau onde já se deslocaram quatro docentes em missão científica. Os docentes e estudantes do curso promoveram a criação do ISEL IEEE Students Branch, que integra o IEEE, a maior organização de engenharia internacional. Este grupo promove diversas atividades entre os estudantes de Portugal e do resto do mundo, incluindo a organização de palestras, de cursos de curta duração e de cursos on-line, e tem como mentores os Professores da Comissão Coordenadora de Curso.

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.

The study cycle teachers participated in a large number of technological development activities, providing services to the community and advanced training. Of these activities, we highlight the organization and presentation of seminars, the scientific review of articles in international journals, the guidance of internship, masters and doctoral students, advanced training courses, the evaluation of research project proposals and the participation in the “Ciência Viva” program. The teaching staff has also actively participated in a diverse set of R&D projects within the scope of research groups and centres, with the collaboration of companies and other higher education institutions.

It should also be noted that ISEL signed several protocols within the scope of student and teacher mobility programs with 11 national Universities and Polytechnics. At an international level there are protocols with 16 Universities/Polytechnics. The course has a strong connection with the University of Macau, where four professors have already traveled on a scientific mission. The professors and students of the course promoted the creation of the ISEL IEEE Students Branch, which integrates the IEEE, the largest international biomedical engineering organization. This group promotes various activities among students from Portugal and the rest of the world, including the organization of lectures, short courses and online courses, and is mentored by the Professors of the Course Coordinating Committee.

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.

Um total de 12 e 17 docentes são membros de Centros de Investigação avaliados pela FCT como Excelente e Muito Bom, respetivamente. Os docentes participam em projetos de investigação e desenvolvimento com diversas Instituições. A nível mais internos, embora muitos deles em colaboração com outras politécnico, universidades e empresas temos os projetos financiados pelo IPL, projetos financiados pela FCT ou ainda no projeto ISEL-Eco-Escolas.

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.

A total of 12 and 17 professors are members of Research Centres evaluated by FCT as Excellent and Very Good, respectively. Teachers participate in research and development projects with different institutions. At a more internal level, although many of them in collaboration with other polytechnics, universities and companies, we have projects financed by the IPL, projects financed by the FCT or even in the ISEL-Eco-Escolas project.

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

Alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Foreign students enrolled in the study programme	0
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	0
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	3
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	0
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	0

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).

O curso tem um docente representante no Gabinete de Relações Internacionais e ERASMUS que acompanha estes programas. O ISEL participa no programa Erasmus+ e VULCANUS os quais visam apoiar as atividades de educação e formação em todos os setores da aprendizagem ao longo da vida. Essa informação encontra-se disponível em: <https://www.isel.pt/internacional/programa-erasmus-/introducao>. Simultaneamente, encontramos-nos integrados nos programas internacionais do IPL como principal responsável. <https://www.ipl.pt/internacional/relacoes-internacionais>

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

The course has a representative professor in the Office of International Relations and ERASMUS who accompanies these programs in ISEL. ISEL participates in the Erasmus+ and VULCANUS actions which are intended to support education, training activities in all sectors of lifelong learning. This information is available at: <https://www.isel.pt/internacional/programa-erasmus-/introducao>. At the same time, we are fully integrated into the international IPL actions as the main responsible. <https://www.ipl.pt/internacional/relacoes-internacionais>

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

Desde o início de funcionamento da LEB em 2018/19, os resultados escolares dos estudantes têm sido, globalmente, muito positivos. Por exemplo, em 2020/21, 71% e 87% dos alunos apresentaram taxas de aprovação iguais ou superiores a 80% em relação aos alunos inscritos e avaliados, respetivamente. A média de aprovação de todas as UCs, tendo em conta os alunos inscritos, independentemente de terem sido avaliados, foi de 85.6% +/- 13.6%. A elevada taxa de êxito é também visível quando comparada com UCs semelhantes de outros cursos de licenciatura do ISEL.

Outro exemplo do sucesso e dinamismo da LEB, foi a realização de 40 projetos ou estágios nos 2 anos em que funcionou a UC de Projeto. Sublinha-se ainda que em 2021/22, 14 dos 24 trabalhos realizados decorreram em instituições exteriores ao ISEL.

De acordo com o Relatório Anual de Curso relativo a 2020/21, a apreciação global do curso efetuada pelos alunos e pelos docentes é bastante positiva. Para um máximo de 5 valores, os estudantes classificaram a qualidade geral do curso com uma média de 3.81 valores, enquanto os docentes em média classificaram todos os critérios com nota superior a 4.0 valores.

6.4. Eventual additional information on results.

The LEB course started operating in 2018/19. The students' academic outputs have been, since then, globally, very positive. For example, in 2020/21, 71% and 87% of students had pass rates equal to or greater than 80% in relation to enrolled and evaluated students, respectively. The passing average of all disciplines, taking into account the enrolled students, regardless of whether they were evaluated, was 85.6% +/- 13.6%. The high success rate is also visible when compared to similar disciplines from other ISEL degree courses.

Another example of the course success and dynamism was the carrying out of 40 projects or internships in the 2 years that the Project UC operated. It should also be noted that in 2021/22, 14 of the 24 works carried out took place in institutions outside ISEL.

According to the Annual Course Report for 2020/21, the overall assessment of the course made by students and teachers is very positive. For a maximum of 5 values, the students classified the general quality of the course with an average of 3.81 values, while the professors, on average, classified all criteria with a grade greater than 4.0 values.

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.

https://www.ipl.pt/sites/default/files/ficheiros/media/REG_QUALIDADE_IPL_V_Final_09out_2019_Homologado.pdf

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._Relatório Avaliação Curso LEB 2020_21 FINAL.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.

A monitorização do processo de ensino/aprendizagem é assegurada com o envolvimento do GGQ-ISEL, Conselho Pedagógico (CP) e Comissões Coordenadoras de Curso (CCC), decorrendo em três níveis sucessivos e dependentes: Unidade Curricular, Curso e Unidade Orgânica. O Relatório Anual de Curso (RAC), é elaborado pelo coordenador do curso, a partir da geração automática de um pré-relatório com informação resultante dos Relatórios de Unidade Curricular (RUC), inquéritos aos alunos, e informação constante no portal académico.

Este relatório é aprovado na CCC e enviado para o CP para aprovação. Os RUC e RAC estão completamente implementados desde o ano letivo 2020/2021. As medidas definidas nos Planos de Melhoria, resultantes das sinalizações, e a divulgação das boas práticas identificadas, são acompanhadas e avaliadas periodicamente pelo CP, onde os estudantes estão representados.

A Comissão do Sucesso Académico faz o acompanhamento do percurso dos estudantes com vista à promoção do sucesso académico e mitigação do abandono escolar. O Espaço de Apoio ao Aluno disponibiliza workshops de estratégias de estudo, gestão do tempo, mentoria, entre outras ações.

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.

The monitoring of the teaching/learning process is ensured with the involvement of GGQ-ISEL, Pedagogical Council (PC) and Course Coordinating Committees (CCC), taking place at three successive and dependent levels: Curricular Unit, Course and Organic Unit. The Annual Course Report (RAC) is prepared by the course coordinator from the automatic generation of a pre-report with information from the Curricular Unit Reports (RUC), student surveys and information from the academic portal.

This report is approved in the CCC and sent to the PC for approval. The RUC and RAC are fully implemented since the academic year 2020/2021. The measures defined in the Improvement Plans, resulting from the reports, and the dissemination of the good practices identified, are periodically monitored, and evaluated by the PC, where students are represented.

The Academic Success Commission monitors the students' progress to promote academic success and mitigate dropout. The Student Support Area offers workshops on study strategies, time management, mentoring, among other activities.

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.

Pró presidente para a Qualidade e Acreditação: Professor Doutor Manuel Matos (responsável ao nível do IPL para a gestão da qualidade e relações com todas as unidades orgânicas, preside ao Conselho de Gestão da Qualidade do IPL e à Comissão Executiva para a Qualidade) Vice-presidente para a área pedagógica, planeamento e qualidade: Professora Doutora Ana Cristina Borges Azevedo (preside ao Conselho de Gestão da Qualidade do ISEL e é membro do Conselho de Gestão da Qualidade do IPL).

Dirigente do Serviço de Avaliação, Qualidade e Planeamento: Mestre Anabela Carneiro (membro do Conselho de Gestão da Qualidade do ISEL e do Conselho de Gestão da Qualidade do IPL).

Competências explanadas no Regulamento de Qualidade do IPL:

https://www.ipl.pt/sites/default/files/ficheiros/media/REG_QUALIDADE_IPL_V_Final_09out_2019_Homologado.pdf

Competências dos serviços do ISEL: <https://files.dre.pt/2s/2022/01/006000000/0017700185.pdf>

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

Pro-president for Quality and Accreditation: Professor Manuel Matos (responsible at IPL level for quality management and relations with all organic units, presides the IPL's Quality Management Council and the Executive Committee for Quality)

Vice-president for pedagogical area, planning and quality: Professor Ana Cristina Borges Azevedo (presides the ISEL's Quality Management Council and is a member of the IPL's Quality Management Council).

Head of the Assessment, Quality and Planning Service: Master Anabela Carneiro (member of the ISEL Quality Management Council and the IPL Quality Management Council).

Competencies explained in the Quality Regulation of the IPL:

https://www.ipl.pt/sites/default/files/ficheiros/media/REG_QUALIDADE_IPL_V_Final_09out_2019_Homologado.pdf

Competencies of ISEL services:

<https://files.dre.pt/2s/2022/01/006000000/0017700185.pdf>

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

De acordo com artigo 7º do Regulamento do processo de avaliação de desempenho (Despacho 15508/2010), o CTC deliberou: Avaliação por triénio através da metodologia baseada no Modelo Multicritério de Decisão; Os avaliadores são os prof. coordenadores principais (PCP) ou prof. coordenadores (PC) desde que o avaliado não seja PCP. A lista definitiva dos pares Avaliado/Avaliador é aprovada em CTC; A coordenação do processo de avaliação dos prof. adjuntos é competência do Presidente de departamento; A coordenação do processo de avaliação dos PCP e dos PC é competência do Vice-Presidente do ISEL. Os avaliadores dos PCP são nomeados pelo presidente do CTC de entre os membros do CTC com categoria igual ou superior ao avaliado. A aprovação da avaliação de desempenho dos PCP é feita pelo presidente do IPL, enquanto responsável máximo pelo processo de avaliação. A coordenação do processo de avaliação dos Vice-Presidentes do ISEL é da competência do Presidente do ISEL

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

According to the article 7 of the IPL Regulation for the process of performance evaluation, Order No. 15508/2010, the CTC has decided: Triennial evaluation is carried out using the methodology based on the Multicriteria Decision Model. The assessors are the Principal Coordinating Professors (PCP) or the Coordinating Professors (PC). The final list of the pairs of evaluator/appraisee will be approved by the CTC. The coordination of the evaluation process for associate professors is the responsibility of the Department President. The coordination of the PCP and PC evaluation process is responsibility of ISEL's Vice-President. The evaluators of the PCPs are appointed by the President of the CTC from among the members of the CTC with the same or higher category as the evaluated. The approval of the PCP's performance evaluation is made by the IPL president. The coordination of the evaluation process of the ISEL Vice-presidents is responsibility of the ISEL President

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

<https://dre.pt/dre/detalhe/despacho/15508-2010-1457717>

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

A Lei n.º 66-B/2007, estabelece o sistema integrado de gestão e avaliação do desempenho na Administração Pública (SIADAP), aplicável ao desempenho dos serviços públicos, dirigentes e demais trabalhadores. Está vocacionado para que a sua aplicação seja universal, estando previstos mecanismos de flexibilidade e adaptação amplos de modo a enquadrar as especificidades das várias administrações dos serviços públicos e do seu pessoal. Assenta numa conceção de gestão dos serviços públicos centrada em objetivos bianuais, sendo os resultados medidos mediante indicadores previamente fixados que permitem a transparência e imparcialidade. O ISEL tem criadas as duas comissões de avaliação: Comissão de Avaliação do ISEL (CAVISEL) e a Comissão Paritária, responsáveis de acordo com a lei pela definição dos objetivos e avaliadores, assim como a verificação do cumprimento dos mesmos. Podem ser propostas ações de formação/ atualização profissional.

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

Law 66-B/2007 establishes the Integrated System for Management and Performance Evaluation in the Public Administration (SIADAP), applicable to the performance of public services, managers, and other employees. It is designed to be universally applicable, with broad flexibility and adaptation mechanisms foreseen to accommodate the specificities of the various public service administrations and their personnel. It is based on a concept of public service management centered on biannual objectives, with results being measured by previously established indicators that allow for transparency and impartiality. ISEL has created two evaluation committees: the ISEL Evaluation Committee (CAVISEL) and the Joint Committee, responsible according to the law for defining objectives and evaluators, as well as for verifying their compliance. Training/ professional updating actions may be proposed.

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

Toda a informação se encontra disponibilizada no site do ISEL em www.isel.pt, nomeadamente em:

<https://www.isel.pt/isel/quem-somos/instituicao>

<https://www.isel.pt/isel/quem-somos/orgaos>

<https://www.isel.pt/quem-somos/documentos-publicos>

<https://www.isel.pt/quem-somos/qualidade>

<https://www.isel.pt/cursos/licenciaturas> e outros links dentro do separador “Ensino”

<https://www.isel.pt/comunidade/estudantes/informacoes-academicas>

<https://www.isel.pt/curso/10538/plano-de-estudos>

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

All information is available on ISEL's website at www.isel.pt, namely at:

<https://www.isel.pt/isel/quem-somos/instituicao>

<https://www.isel.pt/isel/quem-somos/orgaos>

<https://www.isel.pt/quem-somos/documentos-publicos>

<https://www.isel.pt/quem-somos/qualidade>

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

A LEB apresenta objetivos de formação de acordo com as necessidades do mercado de trabalho, e de acordo com a evolução científica e tecnológica da área de formação do curso: a Engenharia Biomédica. Apresenta uma estrutura curricular exigente e que visa formar profissionais que possam ingressar no mercado de trabalho ou, em alternativa, prosseguir a formação pós-graduada a nível, por exemplo, de um mestrado. Estes primeiros 5 anos de funcionamento do curso decorreram de forma adequada, de acordo com a avaliação muito positiva efetuada pelos docentes e estudantes, quer do ponto de vista do funcionamento global do curso quer do das UCs individualmente. Para além disto é de referir que:

1. O ISEL:

- Tem uma vasta experiência no ensino da Engenharia, em particular nas diversas áreas da engenharia complementares e/ou de base à Engenharia Biomédica: Química, Mecânica, Electrónica e informática.
- Tem uma estreita colaboração com a ESTeSL, destacando-se neste ponto os curso que com esta Escola o ISEL ministra em parceria: a Licenciatura em Ortoprotesia e o Mestrado em Engenharia Biomédica
- Oferece o Mestrado em Engenharia Biomédica. É uma mestrado de sucesso, no âmbito do qual foram já realizados 80 trabalhos finais de curso, dos quais uma elevada percentagem decorreu em instituições de saúde públicas e privadas.
- Apresenta uma boa localização geográfica e com excelentes acessos.

2. O corpo docente tem:

- Formação especializada nas diversas áreas científicas do curso.
- Elementos em regime de tempo integral e elementos em tempo parcial, estes últimos com estreitas ligações a instituições de saúde.
- Elementos que estão em contacto com as necessidades do mercado de trabalho e da indústria, através da sua atividade profissional.
- Atividade de investigação em Laboratórios Associados e Centros de I&D acreditados.
- Elevada estabilidade e experiência de lecionação no ciclo de estudos.
- Elevada disponibilidade para atender alunos.

3. A formação conferida pelo curso produz a profissionais com:

- Competências de acordo com a necessidade do mercado de trabalho.
- Competências de saber fazer com ferramentas de aprendizagem ao longo da vida.
- Aptidão para aplicar as tecnologias atuais, na resolução de problemas concretos na área de Engenharia Biomédica.
- Experiência de trabalho em equipa, discussão e defesa de opções técnicas.

4. O curso caracteriza-se por ter:

- Elevada procura, preenchendo a totalidade das vagas disponibilizadas.
- Permanente atualização tecnológica.
- Um plano curricular do curso que conjuga UCs obrigatórias e optativas, assim como uma UC de Projeto/Estágio, permitindo ao aluno alguma liberdade em aprofundar áreas de interesse.
- Elevadas taxas de aprovação no que se refere ao universo dos estudantes avaliados.
- Excelente ambiente entre alunos e entre alunos e docentes.

8.1.1. Strengths

The course presents formation goals according to society professional needs and according to the scientific and technological evolution in Biomedical Engineering. The course has a curriculum structure aiming to directly deliver professionals or in alternatively, pursue postgraduate training at the level, for example, of a master's degree course. These first 5 years of the BSc course took place adequately, according to the very positive evaluation made by teachers and students, both from the point of view of the overall functioning of the course and of the individual disciplines. In addition to this, it should be noted that:

1. The ISEL:

- has extensive experience in teaching engineering, in particular in the various complementary and/or basic engineering areas to Biomedical Engineering, as Chemistry, Mechanics, Electronics and IT.
- has a close collaboration with the Health School, ESTeSL. ISEL and ESTeSL also collaborates in the Degree in BSc in Ortoprotesia and in the Master in Biomedical Engineering
- offers the Master course in Biomedical Engineering. This MSc course already presents 80 MSc Thesis, of which a high percentage took place in public and private health institutions.
- It has a good geographic location and excellent access.

2. The teachers presents:

- *specialized training in the various scientific areas of the course.*
 - *full-time and part-time elements, the latter with close links to health institutions.*
 - *some are in direct contact with the needs of the labor market and industry, through their professional activity.*
 - *Research activity in Associated Laboratories and accredited R&D Centres.*
 - *High stability and teaching experience in the study cycle.*
 - *High availability to attend students after the lessons.*
3. *The course curricular structure enables to form professionals with:*
- *Skills according to the needs of the job market.*
 - *Know-how skills with lifelong learning tools.*
 - *Ability to apply current technologies to solve specific problems in the field of Biomedical Engineering.*
 - *Experience in teamwork, discussion and defence of technical options.*
4. *The course is characterized by having:*
- *High demand, filling all available vacancies.*
 - *Permanent technological update.*
 - *A curriculum plan that combines mandatory and optional disciplines, as well as a Project/Internship discipline, allowing the student to focus specific areas.*
 - *High approvals percentages.*
 - *Excellent environment between students and between students and teachers.*

8.1.2. Pontos fracos

1. *Dificuldade institucional no rejuvenescimento e diversificação do corpo docente.*
2. *Concentração de testes, relatórios e/ou outros trabalhos de índole teórica ou prática, em determinados momentos do semestre.*
3. *Alguns espaços laboratoriais a necessitar de atualização e reforço de equipamentos.*
4. *Necessidade de reformular processos internos do ISEL para uma maior eficiência de trabalho, e celeridade nas respostas aos alunos*
5. *A pandemia de COVID-19 que limitou as aulas presenciais, em especial as aulas PL assim como a realização de estágios presenciais em especial no 2º semestre de 2019/20 e no 1º semestre de 2020/21.*

8.1.2. Weaknesses

1. *Institutional difficulty in rejuvenating and diversifying the teachers.*
2. *Concentration of evaluation tests, reports and/or other work of a theoretical or practical nature, at define periods of the semester.*
3. *Some laboratory spaces in need of updating and equipment reinforcement.*
4. *Need to reformulate ISEL's internal processes for greater work efficiency, and speed in responding to students*
5. *The COVID-19 pandemic that limited presential classes, especially PL classes, as well as internships, especially in the 2nd half of 2019/20 and in the 1st half of 2020/21.*

8.1.3. Oportunidades

1. *A maior exigência dos cidadãos quanto aos cuidados de saúde envolve a maior necessidade de Engenheiros Biomédicos.*
2. *Promoção de empreendedorismo.*
3. *Associar competências tecnológicas às áreas da gestão em saúde.*
4. *Promover o mentorado.*
5. *Promover a área de investigação e desenvolvimento em Engenharia Biomédica.*
6. *Desenvolvimento de competências interdisciplinares nos alunos.*
7. *Ligação/Associação dos estudantes a organismos nacionais e internacionais de Engenharia Biomédica.*

8.1.3. Opportunities

1. *The increase demand for health care services implies a higher need for Biomedical Engineers.*
2. *Promotion of entrepreneurship.*
3. *Associate technological competences to the areas of health management.*
4. *Promote mentoring.*
5. *Promote the area of research and development in Biomedical Engineering.*
6. *Development of interdisciplinary skills in students.*
7. *Connection/Association of students with national and international organizations of Biomedical Engineering.*

8.1.4. Constrangimentos

1. *Salas de aulas não climatizadas e alguns laboratórios a necessitar de serem atualizados.*
2. *Limitações orçamentais do ISEL para novas contratações em engenharia biomédica.*
3. *Docentes de algumas áreas com elevada carga horária.*
4. *Processos associados à gestão do curso complexos e morosos.*
5. *Excesso trabalho administrativo solicitado à coordenação do curso.*
6. *6º semestre do curso com elevado número de UCs, incluindo a UC de projeto, o que dificulta a realização dos trabalhos de projeto ou estágios.*
7. *Falhas pontuais na integração de conteúdos programáticos entre UCs característico de um curso recente.*

8.1.4. Threats

1. *Classrooms without air-conditioned and some laboratories in need of updating.*
2. *ISEL budget constraints for new teachers hires in biomedical engineering.*

3. *Teachers in some areas with a high workload.*
4. *Complex and time-consuming processes associated with course management.*
5. *Excessive administrative work requested to the course coordination Commission.*
6. *6th semester of the course with a high number of disciplines, which difficulties to carry out the Project discipline.*
7. *Occasional flaws in the integration of syllabus between disciplines characteristic of a recent course.*

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

1. *Atualização funcional, técnica e científica de laboratórios.*
2. *Maior apoio da instituição na contratação de docentes em tempo integral em engenharia biomédica.*
3. *Melhor gestão dos docentes para que o o tempo de lecionação não seja excessivo.*
4. *Melhoria dos processos do ISEL de forma a torná-los mais céleres.*
5. *Diminuir o trabalho administrativo solicitado ao Coordenador do Curso com a disponibilização de apoio administrativo à Comissão de Coordenação do Curso.*
6. *Diminuir o número de UCs no 6º semestre de forma a aumentar o trabalho associado à UC de Projeto e criar condições para que esta UC seja realizada também na forma de Estágio.*
7. *Continuação da monitorização do curso, trabalhando com docentes e alunos de forma a identificar e corrigir falhas, otimizar os programas das UCs e respetivas metodologias de ensino e aperfeiçoar a integração de conhecimentos entre as várias UCs.*

8.2.1. Improvement measure

1. *Functional, technical and scientific updating of laboratories.*
2. *Better support from the institution in hiring full-time professors in biomedical engineering.*
3. *Better management of teachers so that teaching time is not excessive.*
4. *Improvement of ISEL processes in order to make them faster.*
5. *Decrease the administrative work required of the Course Coordinator by providing administrative support to the Course Coordination Commission.*
6. *Decrease the number of CUs in the 6th semester in order to increase the work associated with the Project CU and creates conditions for this CU to also be carried out in the form of an Internship.*
7. *Continuation of course monitoring, working with professors and students in order to identify and correct failures, optimize the UC programs and respective teaching methodologies and improve the integration of knowledge between the various CUs.*

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

1. *Alta. Próximos 2 anos. Responsabilidade: Direção do ISEL.*
2. *Alta. Próximos 2 anos. Responsabilidade: Direção do ISEL e do IPL.*
3. *Alta. Próximos 2 anos. Responsabilidade: Coordenação do Curso e Departamento.*
4. *Média. Próximos 2 anos. Responsabilidade: Direção do ISEL, Conselho Pedagógico, Conselho Científico, Departamento, Coordenação do Curso.*
5. *Alta. Próximos 2 anos. Responsabilidade: Direção do ISEL e Departamento.*
6. *Alta. próximo ano. Responsabilidade: Coordenação do Curso e Departamento.*
7. *Média. Melhoria contínua. Responsabilidade: Coordenação do Curso e Departamento.*

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

1. *High. Next 2 years. Responsibility: Direction of ISEL.*
2. *High. Next 2 years. Responsibility: Directions of ISEL and IPL.*
3. *High. Next 2 years. Responsibility: Coordination of the Course and Department.*
4. *Average. Next 2 years. Responsibility: Direction of ISEL, Pedagogical Council, Scientific Council, Department, Course Coordination.*
5. *High. Next 2 years. Responsibility: Direction of ISEL and Department.*
6. *High. next year. Responsibility: Coordination of the Course and Department.*
7. *Average. Continuous improvement. Responsibility: Coordination of the Course and Department.*

8.1.3. Indicadores de implementação

1. *Número de intervenções nos laboratórios.*
2. *Recrutamento de novos docentes em engenharia biomédica, em ETI.*
3. *Índice médio de horas de serviço docente em excesso.*
4. *Número de processos administrativos melhorados.*
5. *Disponibilização de apoio administrativo à Comissão de Coordenação do Curso.*
6. *Concretização da reestruturação da UC de projeto.*
7. *Indicadores de sucesso académico como: taxas de aprovação, notas médias às UC, taxa de abandono.*

8.1.3. Implementation indicator(s)

1. *Number of interventions in the laboratories.*
2. *Recruitment of new professors in biomedical engineering área, in ETI.*

3. Average rate of excess of teaching hours.
4. Number of administrative processes improved.
5. Provision of administrative support to the Course Coordination Commission.
6. Implementation of the restructuring of the Project CU.
7. Academic success indicators such as: approval rates, average grades, dropout rate.

9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

9.1. Alterações à estrutura curricular

9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

O 3º ano da LEB funcionou pela 1ª vez em 2020/21. Nos dois anos de funcionamento do 3º ano da LEB, observou-se que os alunos finalistas têm dificuldade em conciliarem a realização UC de Projeto com as restantes 5 UCs do 6º semestre. Esta dificuldade resulta da dificuldade em conciliarem o horário do projeto com as aulas das restantes 5 UCs. Esta dificuldade aumenta quando o projeto é realizado em colaboração com instituições exteriores ao ISEL. Para se promover a componente de Projeto em Engenharia Biomédica, e permitir a realização de Estágios, é proposto:

- Alteração da UC de "Projeto em Engenharia Biomédica" de 8 ECTS, para a UC de "Projeto e Estágio em Engenharia Biomédica" de 12 ECTS.
- A transição da UC de "Seminários em Engenharia Biomédica" do 6º para o 5º semestre, com o objetivo diminuir o número de UCs do 6º semestre e, simultaneamente, promover o contacto dos alunos com investigadores e profissionais com que possam realizar a UC de "Projeto e Estágio em Engenharia Biomédica" no semestre seguinte.
- Remoção de uma UC de opção, de forma a acomodar o aumento de ECTS da UC de "Projeto e Estágio em Engenharia Biomédica". Optou-se por remover a UC de opção do 5º semestre, devido à transição de semestre da UC de Seminários em Engenharia Biomédica.
- Em consequência das alterações referidas nos pontos anteriores, a carga de trabalho e ECTS da UC de "Biomecatrónica" foram ajustados.

É de realçar as atualizações efetuadas nas seguintes UCs:

- A designação da UC de Cálculo foi atualizada para Cálculo Diferencial e Integral, em consequência da uniformização das UCs da área da matemática lecionadas nos diferentes cursos de licenciatura em engenharia do ISEL.
- A UC de Álgebra Linear e Geometria Analítica foi atualizada, também de acordo com as uniformizações ocorridas no ISEL nas UCs de matemática.
- A UC de Anatomia Humana sofreu um aumento da carga de trabalho em consequência da sua relevância na formação de base dos alunos da LEB.
- A designação da UC de Biologia e Histologia foi atualizada para Biologia Celular e Molecular. Esta alteração é consequência da atualização dos conteúdos programáticos da UC, que sofreram um reforço em biologia celular e molecular.
- As UCs de "Biomecânica B" e de "Eletromagnetismo e Ótica B", foram redesignadas para "Biomecânica do Corpo Humano" e para "Eletromagnetismo e Ótica", respectivamente, assim como os conteúdos programáticos e/ou tipologias de aulas atualizados.
- As UCs de "Programação", "Sistemas de Informação", "Eletrónica e Instrumentação", foram atualizadas quanto aos conteúdos programáticos e/ou tipologia de aulas e/ou metodologias de ensino.

9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

The 3rd year of the course ran for the 1st time in 2020/21. In the two years that the 3rd year run, it was observed that the students had difficulty in reconciling the curricular unit (UC) of Project with the remaining 5 UCs of the 6th semester. This results from the difficulty in reconciling the Project schedule with the classes of the remaining 5 UCs. This difficulty increases when the Project is carried out in collaboration with institutions outside ISEL.

In order to promote the Project component in Biomedical Engineering, and allow for Internships, it is proposed:

- Change the UC of "Project in Biomedical Engineering" of 8 ECTS, to the UC of "Project and Internship in Biomedical Engineering" of 12 ECTS.
- The transition of the UC from "Seminars in Biomedical Engineering" from the 6th to the 5th course semester, with the aim of reducing the number of disciplines in the course 6th semester and, simultaneously, promoting contact between students and researchers and professionals with whom they can carry out the UC of "Project and Internship in Biomedical Engineering" in the following semester.
- Removal of the optional discipline at the 5th semester (the optional discipline at the 6th semester is maintained) to accommodate the increase in ECTS of the UC "Project and Internship in Biomedical Engineering". It was decided to remove the optional discipline of the 5th semester, due to the semester transition of "Seminars in Biomedical Engineering".
- As a result of the changes mentioned in the previous points, the workload and ECTS of "Biomecatronics" were adjusted.

It is worth highlighting the updates made in the following disciplines:

- The designation of "Calculus" discipline was updated to "Differential and Integral Calculus", because of the standardization of UCs in the area of mathematics taught in the different degree courses in engineering at ISEL.

- The “Linear Algebra and Analytical Geometry” UC was updated, also in accordance with the standardizations that occurred in ISEL in the mathematics UCs.
- The “Human Anatomy” UC suffered an increased workload as a result of its relevance in the basic training of course students.
- The designation of the UC “Biology and Histology” was updated to “Cellular and Molecular Biology”. This change is a consequence of updating the UC’s syllabus, which was reinforced in cellular and molecular biology.
- The UCs of “Biomechanics B” and “Electromagnetism and Optics B”, were redesignated to “Biomechanics of the Human Body” and to “Electromagnetism and Optics”, respectively, as well as the syllabus contents and/or typologies of classes updated.
- The “Programming”, “Information Systems”, “Electronics and Instrumentation” UCs were updated in terms of syllabus contents and/or types of classes and/or teaching methodologies.

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
Matemática/ Mathematics	MAT	29.5	0	
Física/ Physics	FIS	11	0	
Química /Chemistry	QUI	17.5	0	
Biologia e Saúde / Biology and Health	BS	26	0	
Engenharia Informática/ Informatics Engineering	INF	10.5	0	
Engenharia Eletrónica / Electronic Engineering	ELE	9.5	0	
Engenharia Mecânica/ Mechanical Engineering	MEC	15.5	0	
Engenharia Biomédica / Biomedical Engineering	EB	56.5	0	
Existentes ou outras / Existents or others	EO	0	4	
(9 Items)		176	4	

9.3. Plano de estudos

9.3. Plano de estudos - - 1º ano/ 1º semestre

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:

1º ano/ 1º semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

1st year/ 1st semester

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

Cálculo Diferencial e Integral / Differential and Integral Calculus	MAT	Semestral	162	TP67.5	6
Álgebra Linear e Geometria Analítica/ Linear Algebra and Analytical Geometry	MAT	Semestral	162	TP67.5	6
Química Geral/ General Chemistry	QUI	Semestral	165	T45 TP15 PL15 OT2	6.5
Programação / Programming	INF	Semestral	162	T30 PL30	6
Anatomia Humana/ Human Anatomy	BS	Semestral	148.5	T45 TP22.5	5.5

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - - 1º ano/ 2º semestre

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:
1º ano/ 2º semestre

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

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 Vetorial e Equações Diferenciais / Vector Analysis and Differential Equations	MAT	Semestral	180	T45; TP45; OT4	7	
Estatística Biomédica / Biomedical Statistics	MAT	Semestral	150	T30 TP30; OT3	5.5	
Mecânica Geral / Fundamentals of Mechanics	FIS	Semestral	150	T45; TP22.5; OT3	5.5	
Química Orgânica Geral / General Organic Chemistry	QUI	Semestral	165	T45; TP15; PL15; OT3	6	
Bioquímica B / Biochemistry B	BS	Semestral	150	T30; TP15; PL15; OT2	6	

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - - 2º ano/ 1º semestre

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:
2º ano/ 1º semestre

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

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

Cálculo Numérico / Numerical Calculus	MAT	Semestral	140	T30; TP30; OT 3	5
Eletromagnetismo e Ótica / Electromagnetism and Optics	FIS	Semestral	148.5	T45; TP 22.5 PL 7.5	5.5
Química-Física Geral / General Physical Chemistry	QUI	Semestral	130	T45; PL15; OT3	5
Biologia Celular e Molecular / Cell and Molecular Biology	BS	Semestral	121.5	T45; PL15	4.5
Mecânica Técnica / Applied Mechanics	MEC	Semestral	148.2	T45; TP22,5; OT3	5.5
Sistemas de Informação / Information Systems	INF	Semestral	121.5	T15; TP18;PL12	4.5

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - - 2º ano/ 2º semestre

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:

2º ano/ 2º semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

2nd year/ 2nd semester

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)
Bioanálises / Bioanalysis	EB	Semestral	140	T30; TP15; PL15; OT3	5.5	
Fisiologia Humana / Human Physiology	BS	Semestral	135	T45; TP22,5; PL7,5; OT2	5	
DAC-Desenho Assistido por Computador - CAD-Computer Aided Drawing	MEC	Semestral	110	TP45; OT2	4	
Eletrónica e Instrumentação / Electronics and Instrumentation	ELE	Semestral	135	T30; PL30	5	
Sinais e Sistemas / Signals and Systems	ELE	Semestral	120	T30; TP15; OT2	4.5	
Mecânica dos Sistemas Deformáveis / Mechanics of Deformable Systems	MEC	Semestral	155	T22,5; TP45; OT2	6	

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - - 3º ano/ 1º semestre

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:

3º ano/ 1º semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

3rd year/ 1st semester

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)
Física Médica / Medical Physics	EB	Semestral	150	T45; TP22,5; OT3	5.5	
Biomateriais / Biomaterials	EB	Semestral	130	T30; TP15; PL15; OT3	5	
Terapias Médicas Avançadas / Advanced Medical Therapies	EB	Semestral	140	T45; TP15; PL15; OT3	5	
Processamento Digital de Sinais Biomédicos / Biomedical Digital Signal Processing	EB	Semestral	140	T22,5; TP45; OT2	5.5	
Fundamentos de Fisiopatologia / Fundamentals of Physiopatology	BS	Semestral	135	T45; TP22,5; OT2	5	
Seminários em Engenharia Biomédica / Seminars in Biomedical Engineering	EB	Semestral	108	TP60	4	

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - - 3º ano/ 2º semestre

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:

3º ano/ 2º semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

3rd year/ 2nd semester

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)
Biomecatrónica / Biomecatronics	EB	Semestral	108	T22,5;PL22,5	4	
Biomecânica do Corpo Humano / Biomechanics of the Human Body	EB	Semestral	135	T22,5; TP45	5	
Tecnologias de Imagem Médica / Medical Imaging Technologies	EB	Semestral	140	T45; TP22,5; OT3	5	
Projeto ou Estágio em Engenharia Biomédica / Project or Internship in Biomedical Engineering	EB	Semestral	324	T15;TP15, E150 ou OT150	12	
Opção / Optional	EO	Semestral	110	TP45; OT3	4	Optativa

(5 Items)

9.4. Fichas de Unidade Curricular

Anexo II - Cálculo Diferencial e Integral

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP67.5

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Tiago Charters de Azevedo, 67.5

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 estudantes que concluírem esta unidade com sucesso, devem ser capazes de:

- 1. Conhecer as noções topológicas em \mathbb{R} ;*
- 2. Dominar as propriedades fundamentais das funções reais de variável real elementares;*
- 3. Dominar os conceitos de cálculo diferencial necessários ao estudo das funções reais de variável real;*
- 4. Modelar e resolver problemas de otimização para funções diferenciáveis;*
- 5. Saber aproximar funções por polinómios;*
- 6. Compreender os conceitos de natureza de uma série, conhecer e aplicar os critérios de convergência. Desenvolver algumas funções em séries de potências;*
- 7. Dominar as técnicas de primitivação;*
- 8. Compreender e aplicar as noções de cálculo integral e, em particular, o Teorema Fundamental do Cálculo;*
- 9. Saber aplicar os principais conceitos de cálculo diferencial e integral em \mathbb{R} nos contextos das unidades curriculares da especialidade.*
- 10. Demonstrar capacidades de análise, cálculo e raciocínio dedutivo;*
- 11. Demonstrar capacidades de reflexão e de crítica.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After completing this course unit, the student should be able to:

- 1. Master the topological notions in \mathbb{R}*
- 2. Master the fundamental properties of elementary real variable real functions*
- 3. Master the concepts of differential calculus necessary to study real-valued functions of a real variable*
- 4. Model and solve optimization problems for differentiable functions*
- 5. Know how to approximate functions by polynomials*
- 6. Understand the concepts of nature and sum of a series, know and know how to apply the convergence criteria. Develop some functions in power series*
- 7. Master the antiderivative techniques*
- 8. Understand and know how to apply the notions of integral calculus and, in particular, the Fundamental Theorem of Calculus*
- 9. Know how to apply the main concepts and techniques of differential and integral calculus in \mathbb{R} in the different contexts of the specialty courses*
- 10. Demonstrate analysis skills, calculation and deductive reasoning*
- 11. Demonstrate skills of reflection and criticism*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Propriedades dos números reais;*
- 2. Complementos de funções, limites e continuidade;*
- 3. Cálculo diferencial em \mathbb{R} ;*
- 4. Sucessões e séries, séries de potências;*
- 5. Primitivação;*
- 6. Cálculo integral em \mathbb{R} .*

9.4.5. Syllabus:

1. Properties of real numbers;
2. Add-ons of functions, limits and continuity;
3. Differential calculus in \mathbb{R} ;
4. Sequences and series;
5. Antiderivatives;
6. Integral calculus in \mathbb{R} .

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

Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objetivos de aprendizagem, atendendo a que:

- O item 1 dos objetivos é concretizado no ponto 1 do programa;
- Os itens 2 e 3 dos objetivos são concretizados nos pontos 2 e 3 do programa;
- Os itens 4 e 5 dos objetivos são concretizados no ponto 3 do programa;
- O item 6 dos objetivos é concretizado no ponto 4 do programa;
- O item 7 dos objetivos é concretizado no ponto 5 do programa;
- O item 8 dos objetivos é concretizado nos pontos 5 e 6 do programa;
- Os itens 9, 10 e 11 dos objetivos são concretizados nos pontos 1 a 6 do programa.

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

The contents are consistent with the objectives of the curricular unit, given that:

- Item 1 of the objectives is implemented in point 1 of the syllabus;
- Items 2 and 3 of the objectives are implemented in points 2 and 3 of the syllabus;
- Items 4 and 5 of the objectives are implemented in point 3 of the syllabus;
- Item 6 of the objectives is implemented in point 4 of the syllabus;
- Item 7 of the objectives is implemented in point 5 of the syllabus;
- Item 8 of the objectives is implemented in points 5 and 6 of the syllabus;
- Items 9, 10 and 11 of the objectives are implemented in points 1 to 6 of the syllabus.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas. Para expor a matéria teórica usa-se uma metodologia expositiva, exemplificando, quando possível, com problemas que interligam as ferramentas desenvolvidas com conceitos estudados em unidades curriculares da especialidade. Os alunos são incentivados a aplicar e consolidar os seus conhecimentos resolvendo os exercícios indicados pelo docente.

A avaliação tem 2 vertentes: contínua ou por exame. A 1ª inclui 2 testes, com nota mínima de 8 valores cada (T1, T2). Com esses mínimos, a nota final é: $(T1+T2)/2=MT$. Adicionalmente, nesta avaliação podem realizar-se trabalhos e/ou fichas. A nota global desses complementos é a média das notas dos mesmos (MC), cujo peso na nota final (P2) não deve exceder os 30%. Neste caso, a nota final é: $NF=P1 \times MT + P2 \times MC$, com $P1+P2=100\%$. A avaliação por exame é através da realização de um exame global e nesse caso a nota final (NF) é a classificação obtida no exame. Em ambos os métodos de avaliação, o aluno obtém aprovação se $NF \geq 9.5$.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes are theoretical-practical. To expose the theoretical material an expository methodology is used, exemplifying, when possible, with problems connecting the tools developed with concepts important in engineering-relates courses. Students are encouraged to apply and consolidate their knowledge by solving exercises proposed by the teacher. The assessment has 2 strands: continuous or by exam. The 1st includes 2 tests, with a minimum score of 8 values each (T1, T2). With these minimums, the final grade is: $(T1+T2)/2=MT$. Additionally, in this evaluation, works and/or forms can be carried out. The overall grade for these complements is the average of their grades (MC), whose weight in the final grade (P2) can't exceed 30%. In this case, the final grade is: $NF=P1 \times MT + P2 \times MC$, with $P1+P2=100\%$. The exam assessment consists of a global exam and this case the final grade (NF) is the classification obtained in the exam. In both assessment methods, the student obtains approval if $NF \geq 9.5$ values

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

As metodologias de ensino estão em coerência com os objetivos de aprendizagem, dado que a metodologia expositiva utilizada para explicar a matéria teórica, possibilita atingir especificamente todos os objetivos da UC. A exemplificação com problemas em áreas aplicadas, permite aos alunos perceber como aplicar a matéria nas unidades curriculares da especialidade. As listas de exercícios disponibilizadas, pela sua organização, conteúdo e diversidade do grau de dificuldade, permitem ao aluno acompanhar minuciosamente todos os tópicos da matéria e são um importante instrumento de estudo individual.

Os métodos de avaliação permitem averiguar se o aluno adquiriu conhecimentos suficientes para atingir os objetivos propostos na UC.

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

The teaching methodologies are consistent with the learning objectives, given that the expository methodology used to explain the theoretical material, makes it possible to achieve specifically all the objectives of the CU. The exemplification with problems in applied areas, allows students to understand how to apply the subject in the specialty courses. The lists of exercises available, due to their organization, content and diversity of the degree of difficulty, allow the student to carefully follow all the topics of the subject and are an important instrument for individual study.

The evaluation methods allow to find out if the student has acquired sufficient knowledge to achieve the objectives proposed in the CU.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- T. Apostol, *Calculus, Vol. I, Editorial Reverté, 1994.*
- R. G. Bartle, D. Sherbert, *Introduction to Real Analysis, 3th Edition, John Wiley, 1999.*
- G. Bluman, *Problem Book for First Year Calculus, Springer, 1984.*
- J. C. Ferreira, *Introdução à Análise Matemática, Fundação Calouste Gulbenkian, 8th Edition, 2005.*
- J. S. Guerreiro, *Curso de Análise Matemática, Escolar Editora, 1989.*
- D. Hughes-Hallet, et al., *Calculus: Single Variable, John Wiley & Sons, 2008.*
- H. J. Keisler, *Elementary Calculus: An Infinitesimal Approach, disponível online em: <http://www.math.wisc.edu/keisler/calc.html>, 2012.*
- E. Kreyszig, *Advanced Engineering Mathematics, 10th Edition, Wiley, 2011.*
- J. Marsden, A. Weinstein, *Calculus I, Springer, 1985.*
- C. Sarrico, *Análise Matemática, Gradiva, 2000.*

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

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP: 67,5 h

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Filipa Soares de Almeida, 67.5 hrs

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 estudantes que terminam com sucesso esta unidade curricular, deverão ser capazes de:

- 1. Efetuar cálculos com matrizes e determinantes.*
- 2. Discutir e resolver sistemas de equações lineares.*
- 3. Reconhecer os conceitos de espaço vetorial e de aplicação linear e utilizá-los na resolução de problemas destes domínios.*
- 4. Determinar valores e vetores próprios e diagonalizar uma matriz.*
- 5. Calcular e interpretar o produto interno, externo e misto.*
- 6. Aplicar os conceitos abordados nesta unidade curricular na resolução de problemas de geometria analítica.*
- 7. Identificar e utilizar os temas abordados na resolução de problemas de Engenharia.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students who successfully complete this course unit should be able to:

- 1. Perform calculations with matrices and determinants.*
- 2. Analyse and solve systems of linear equations.*
- 3. Understand the concepts of vector space and linear transformation and be able to apply them to solve problems.*
- 4. Compute eigenvalues and eigenvectors and diagonalize matrices.*
- 5. Compute inner, cross and scalar triple products, and understand their geometric interpretation.*
- 6. Apply the concepts learned to the solution of problems in analytic geometry.*
- 7. Apply the knowledge learned in the course to the solution of problems in engineering.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Revisões: número complexos, resolução e interpretação geométrica dos sistemas de equações lineares com duas e três incógnitas.*
- 2. Matrizes: definição, notações e operações, aplicação ao estudo e resolução de sistemas de equações lineares, inversão de matrizes.*
- 3. Determinantes: definição e propriedades, métodos de cálculo.*
- 4. Espaços vetoriais: definição, combinações lineares, subespaços vetoriais, dependência linear, base e dimensão, mudança de base.*
- 5. Aplicações lineares: definição, representação matricial de uma aplicação linear, núcleo e imagem, operações com aplicações lineares.*
- 6. Valores e vetores próprios: definição, cálculo dos valores próprios, subespaço próprios, multiplicidade algébrica e geométrica de um valor próprio, diagonalização.*
- 7. Espaços euclidianos e geometria analítica: definição de produto interno, norma, distância, ângulos, produtos externo e misto, aplicações à geometria.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Revision: complex numbers, solving methods and geometric interpretation of linear systems with two and three variables.*
- 2. Matrices: definition and notation, matrix operations, echelon form and rank of a matrix, systems of linear equations, inverse of a matrix.*
- 3. Determinants: definition, properties, methods of evaluating determinants.*
- 4. Vector spaces: definition and examples, subspaces, generating sets, linear dependence, basis and dimension, change of basis.*
- 5. Linear transformations: definition and examples, matrix representation of a linear transformation, kernel and image of a linear transformation, operations with linear transformations.*
- 6. Eigenvalues and eigenvectors: definition and examples, eigenspaces, algebraic and geometric multiplicity of an eigenvalue, diagonalization.*
- 7. Euclidean spaces: inner product: definition and examples, norm, distance, angle, The cross product and scalar triple product, geometrical applications.*

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

Nas áreas das ciências e engenharia, os conceitos e ferramentas de álgebra linear e de geometria analítica são amplamente utilizadas. Esta unidade curricular pretende dar uma formação básica em álgebra linear e geometria analítica (objetivos 1 a 6 cumpridos nos conteúdos programáticos I a VII). O objetivo 7 é transversal ao programa da disciplina.

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

Tools from Linear Algebra and Analytic Geometry are widely used in modeling throughout science and engineering. The curricular unit aims to provide basic knowledge of these topics (learning outcomes 1 a 6 covered by sections I to VII of the syllabus). Learning outcome 7 is common to the whole program.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas. Para expor a matéria teórica usa-se uma metodologia expositiva, exemplificando, quando possível, com problemas que interligam as ferramentas desenvolvidas com conceitos estudados em unidades curriculares da especialidade. Os alunos são incentivados a aplicar e consolidar os seus conhecimentos resolvendo os exercícios indicados pelo docente. A avaliação tem 2 vertentes: contínua ou por exame. A 1ª inclui 2 testes, com nota mínima de 8 valores cada (T1,T2). Com esses mínimos, a nota final é: $(T1+T2)/2=MT$. Adicionalmente, nesta avaliação podem realizar-se trabalhos e/ou fichas. A nota global desses complementos é a média das notas dos mesmos (MC), cujo peso na nota final (P2) não deve exceder os 30%. Neste caso, a nota final é: $NF=P1xMT+P2xMC$, com $P1+P2=100\%$. A avaliação por exame é através da realização de um exame global e nesse caso a nota final (NF) é a classificação obtida no exame. Em ambos os métodos de avaliação, o aluno obtém aprovação se $NF \geq 9.5$.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes are theoretical-practical. To expose the theoretical material an expository methodology is used, exemplifying, when possible, with problems connecting the tools developed with concepts important in engineering-relates courses. Students are encouraged to apply and consolidate their knowledge by solving exercises proposed by the teacher. The assessment has 2 strands: continuous or by exam. The 1st includes 2 tests, with a minimum score of 8 values each (T1, T2). With these minimums, the final grade is: $(T1+T2)/2=MT$. Additionally, in this evaluation, works and/or forms can be carried out. The overall grade for these complements is the average of their grades (MC), whose weight in the final

grade (P2) can't exceed 30%. In this case, the final grade is: $NF=P1 \times MT + P2 \times MC$, with $P1+P2=100\%$. The exam assessment consists of a global exam and in this case the final grade (NF) is the classification obtained in the exam. In both assessment methods, the student obtains approval if $NF \geq 9.5$ values.

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

Nas aulas teórico-práticas são expostos os conteúdos programáticos e são fornecidas listas de exercícios diversificados e com diferentes graus de dificuldade que permitem ao aluno acompanhar todos os tópicos da matéria (objetivos de 1 a 6). A apresentação de aplicações a problemas de engenharia e outros da "vida real" motiva a aprendizagem proporcionando ao aluno uma visão inicial das aplicações da matemática (objetivo 7). Privilegia-se uma forma de apresentação interativa, dando espaço ao aluno para expor as suas dúvidas.

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

The lecture/recitations present the theory and illustrate the solution of diverse types of problems with varying degree of difficulty. This combination will help the student follow the material presented in class (achievement of goals 1 through 6). The presentation of applications to engineering and "real life" problems will increase motivation and give students a glimpse about mathematical applications in engineering (goal 7).

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. H. Anton, C. Rorres, "Álgebra Linear com Aplicações", Bookman, 10ª edição, 2012.
2. G. Farin, D. Hansford, "Practical Linear Algebra – A Geometry Toolbox", 3rd edition, CRC Press, 2014.
3. R. Larson, "Elementary Linear Algebra – Metric Version", 8th edition, Brooks Cole, 2017.
4. D. Poole, "Linear Algebra: a modern introduction", Brooks Cole, 4th edition, 2014.
5. P. Santana, J. P. Queiró, "Introdução à Álgebra Linear", Gradiva, 2010.
6. G. Strang, "Linear Algebra and its Applications", Cengage Learning, 4th edition, 2006.

Anexo II - Anatomia Humana

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Anatomia Humana

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Human Anatomy

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BS

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

148.5 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

67.5 h: T 45h + TP 22.5h

9.4.1.6. ECTS:

5.5

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

António José Santos Ricardo, 67.5 h

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 da unidade curricular o estudante deve:

- Possuir conhecimentos básicos e essenciais sobre a morfologia do corpo humano e dos diversos aparelhos, órgãos

e sistemas, bem como compreender a importância da relação entre anatomia e os sistemas médicos;
- Saber identificar as estruturas anatômicas de uma forma integrada;
- Conseguir utilizar os conceitos de anatomia de uma forma correta e aplicá-los nas diversas solicitações dos ambientes técnicos e clínicos no âmbito da engenharia biomédica.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of the discipline the student should:

- Possess basic and essential knowledge of the morphology of the human body and various organs and systems, as well as understanding the importance of the relationship between anatomy and medical systems;
- To identify anatomical structures in an integrated mode;
- Apply anatomical concepts and apply it to various requests technical and clinical environments in the biomedical engineering area.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução.
2. Técnicas virtuais para estudo da anatomia.
3. Anatomia da imagem médica.
4. Aplicabilidade da Imagiologia ao estudo da anatomia.
5. Correlação com representação no espaço segundo o sistema de eixos cartesianos.
6. Atlas de Tailarach, de Desikan Killiany e de Destrieux.
7. Anatomia da Locomoção; Osteologia e Artrologia da Cabeça, coluna vertebral, tórax e membros superiores e inferiores.
8. Miologia e ação mecânica.
9. Esplanchnologia; Aparelho respiratório; Aparelho digestivo; Aparelho urinário; Aparelho reprodutor masculino e feminino.
10. Angiologia; Coração e grandes vasos; Artérias, Veias e vasos linfáticos.
11. Neuroanatomia; Cérebro e cerebelo; Medula espinal e nervos; Vias de conexão.
12. Estesiologia; Morfologia do ouvido e globo ocular.

9.4.5. Syllabus:

1. Introduction.
2. Virtual techniques for anatomy study.
3. Anatomy of medical imagiology.
4. Imaging applicability to anatomy stud.
5. Correlation with representation in space according to the system of cartesian axes.
6. Atlas of Tailarach, Desikan Killiany and Destrieux.
7. Locomotion anatomy; Osteology and Head arthrology, spine and chest and upper and lower limbs.
8. Myology and mechanical action.
9. Splanchnology; Breathing system; Digestive system; Urinary system; Male and female reproductive system.
10. Angiology; Heart and great vessels; Arteries, Veins and lymphatics vessels.
11. Neuroanatomy; Brain and cerebellum; Spinal cord and nerves; Connection tissues.
12. Osteology; Morphology of the ear and eye.

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

A UC apresenta uma abordagem sistematizada para o estudo do corpo humano.

Inicia-se com uma introdução de terminologia anatômica e de uma noção de planos anatômicos.

De seguida os alunos irão aprender a anatomia macroscópica dos sistemas: tegumentar, esquelético, muscular, nervoso, circulatório, respiratório, digestivo, urinário e reprodutivo.

Os recursos pedagógicos utilizarão modelos, softwares, imagens 2D e 3D e peças de esqueleto e outros modelos anatômicos.

Os conteúdos programáticos estão em conformidade com os objetivos da UC e integrados nas competências a adquirir pelo estudante, dado que foram elaborados para abordar e analisar de forma integrada e sistemática os conceitos essenciais sobre a morfologia do organismo humano e dos diversos aparelhos e sistemas.

Análise da UC como um todo, permitindo ao estudante compreender a importância da anatomia indispensável na aplicação das técnicas de exploração virtual, laparoscópicas, endoscópicas, segmentação, parcelização e renderização

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

The discipline presents a systemic approach to the study of the human body.

It begins with an introduction to anatomical terminology and with a sense of anatomical planes.

In the following classes students will learn the gross anatomy of the following systems: integumentary, skeletal, muscular, nervous, circulatory, respiratory, digestive, urinary and reproductive systems.

The teaching resources use models, software, 2D and 3D images, skeleton parts and cadavers.

The contents are in accordance with the objectives of the discipline and integrated into skills to be acquired, as it were designed to address and analyze in an integrated and systematic mode the morphology essential concepts.

It includes the whole discipline analysis, allowing the student to understand the importance of essential anatomy in the application of virtual exploration techniques, laparoscopic, endoscopic, segmentation, sub-division and rendering.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição teórica pelo docente do tipo demonstrativo e explicativo. Discussão de casos. Fichas de trabalho sobre os temas desenvolvidos, preenchimento de grelhas de conteúdos.

A avaliação baseia-se numa avaliação distribuída com exame final, de acordo com a seguinte fórmula:

$Nt = (20\% \text{ apresentação oral de um trabalho}) + (80\% \text{ baseada em 2 testes ou num exame})$

Para aprovação é necessário:

i) $Nt \geq 9.5$ valores

ii) A apresentação oral do trabalho, realizada durante o período lectivo, é considerada fundamental, sendo a nota mínima para aprovação de 9.5 valores.

iii) Obtenção nos 2 testes de nota mínima de 8 valores, e a média dos dois testes mínima de 9.5 valores. Em alternativa à avaliação baseada em testes, o aluno pode efetuar o exame, sendo a nota mínima para obter aprovação à UC de 9.5 valores.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures by the teacher of the type of demonstration and explanation. Themes discussion. Mini-tests concerning the themes.

The assessment is based on a distributed assessment with final exam, according to the following formula:

$Nt = (20\% \text{ oral presentation of a work}) + (80\% \text{ based on 2 tests or an exam})$

For approval it is necessary:

i) $Nt \geq 9.5$

ii) Oral presentation of a work, carried out during the academic period, is considered fundamental, with the minimum grade for approval being 9.5 values.

iii) 2 tests both with a minimum grade of 8.0, and an minimum average of the two tests of 9.5 values. As an alternative to the test-based assessment, the student can take the exam, with a minimum grade of 9.5 for passing the UC.

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

O sucesso nesta unidade curricular passa essencialmente pelo estudo dos temas expostos através de aulas ilustradas com imagens apropriadas e pela complementar demonstração dos conteúdos em modelos artificiais.

A aprendizagem da anatomia associada aos recursos informáticos e modelos anatómicos potencia a aquisição dos conceitos.

O regime de avaliação foi concebido para aferir até que ponto as competências foram desenvolvidas.

Os conteúdos e a forma de lecionação são adaptados às competências que o estudante deve adquirir objetivando as necessidades da engenharia aplicada aos meios clínicos.

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

The discipline success is based on the study of exposed themes through lessons illustrated with appropriate images and supplemented with artificial models.

Learning anatomy associated to computing resources potentiates the learning process.

The assessment mode was designed to evaluate the extension of the student knowledges.

The contents and the teaching mode are tailored to the learning goals, according to the engineering necessities at clinical environment.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J.A. Esperanca Pina. 2010. Anatomia Humana Dos Orgaos, 4a Edicao. Lidel.

J.A. Esperanca Pina. 2010. Anatomia Humana da Relacao, 4a Edicao. Lidel.

J.A. Esperanca Pina. 2010. Anatomia Humana da Locomocao, 4a Edicao. Lidel.

Anexo II - Programação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Programming

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

60 h - T: 30; PL: 30

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Nelson Guerreiro Cortez Nunes, 50 h

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

Manuel José Matos, 10 h

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

- 1. Conhecer os objetivos da programação e sua utilização num contexto de Engenharia Biomédica.*
- 2. Conhecer diversos tipos de variáveis e aprender a manipulá-las.*
- 3. Saber utilizar diversas funções elementares e estruturas de decisão e repetição.*
- 4. Aprender a desenvolver programas de forma estruturada.*
- 5. Ter contacto com ferramentas informáticas para a programação e desenvolvimento de algoritmos de apoio à Engenharia Biomédica.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Identify computer programming purposes and its use in Biomedical Engineering context.*
- 2. Recognize different types of variables and learn how to manipulate them.*
- 3. Identify how to use several elementary functions, decision, and repetition structures.*
- 4. Learn how to develop programs in a structured way.*
- 5. Contact with programming computer tools and algorithm development for Biomedical Engineering.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução histórica à computação; Unidades de processamento e a estrutura de comunicação; Sistemas operativos; Linguagens de programação.*
- 2. Algoritmia. Conceitos teóricos sobre algoritmia. Pseudo-linguagem e fluxogramas.*
- 3. Tipos de dados e variáveis.*
- 4. Expressões aritméticas e lógicas.*
- 5. Estruturas de controlo (sequencias, condições e ciclos).*
- 6. Programação em Python.*
 - 6.1. O IDE. Strings, listas, tuplos e dicionários. Manipulação de variáveis com indexação.*
 - 6.2. Estruturas de controlo/recursividade em Python.*
 - 6.3. Funções e módulos.*
 - 6.4. Ficheiros.*
 - 6.5. Bibliotecas externas.*
 - 6.6. Construção de ambientes gráficos.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Historical perspectives of computing; processing units and communication structure; Operating systems; Programming languages.*
- 2. Algorithms. Theoretical concepts about algorithms, Pseudo-language, and flowcharts.*
- 3. Data types and variables.*
- 4. Arithmetic and logical expressions.*
- 5. Control structures (sequences, conditions, and cycles).*
- 6. Python programming. The IDE.*
 - 6.1. Strings, lists, tuples, and dictionaries. Manipulation of variables with indexing.*
 - 6.2. Control/recursion structures in Python.*
 - 6.3. Functions and modules.*
 - 6.4. Files.*
 - 6.5. External libraries.*
 - 6.6. Graphical environments.*

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

O primeiro capítulo permite aos alunos conhecerem a necessidade de se terem desenvolvido linguagens de programação como plataformas de cálculo automatizado. É também focada a ligação do hardware (dispositivos I/O,

processador e memória) com o software (entradas, saídas, processamento lógico e aritmético e armazenamento de dados).

No segundo capítulo são lecionados conceitos fundamentais de algoritmia, dando a conhecer os diversos tipos de dados bem como as principais estruturas de programação. Este capítulo desafia os alunos a estruturar o seu pensamento, desenvolvendo algoritmos que resolvam problemas computacionais.

A aplicabilidade da algoritmia é feita na linguagem de programação Python, onde algoritmos sobre problemas aplicados à engenharia biomédica são implementados. Para uma correta aplicação do algoritmo na linguagem de programação, os alunos necessitam de escrever as instruções respeitando a sintaxe e sequenciar as instruções de forma lógica e coerente.

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

The first chapter allows students to learn about the need to have developed programming languages as automated calculation platforms. It is also focused on connecting the hardware (I/O devices, processor, and memory) with the software (inputs, outputs, logical and arithmetic processing, and data storage).

In the second chapter, fundamental concepts of algorithms are taught, making known the various types of data as well as the main programming structures. This chapter challenges students to structure their thinking by developing algorithms that solve computational problems.

The applicability of algorithms is demonstrated in the third chapter, on problems applied to biomedical engineering, are implemented in the programming language Python. For a correct application of the algorithm in the programming language, students need to write the instructions respecting the syntax and sequence the instructions logically and consistently.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular está dividida em aulas teóricas e práticas, sendo 50% das aulas lecionadas em sala de aula e 50% no laboratório.

A avaliação de conhecimentos é feita através de um projeto (NP) um trabalho pedagogicamente fundamental, e de um teste (NT) ou um exame final (NE).

A nota final é calculada pela seguinte equação: $NF = 0,6(NT \text{ ou } NE) + 0,4*NP$.*

Condições essenciais para aprovação:

Em teste ou exame, obter uma nota mínima de 9,50 valores.

Realizar a entrega do projeto e apresentação dentro do prazo estipulado e obter nota mínima de 9,50 valores.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The curricular unit is divided into theoretical and practical classes, 50% of the classes taught in the classroom and 50% in the laboratory.

The evaluation is accomplished through a project (NP) a pedagogically fundamental work, and a test (NT) or a final exam (NE).

The final score is calculated by the following equation: $NF = 0,6(NT \text{ or } NE) + 0,4*NP$.*

Indispensable conditions for approval:

One test or exam, with a minimum score of 9,50.

Presentation and delivery of the project within the stipulated time with a minimum score of 9,50 grade.

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

As aulas são divididas em teóricas e práticas, sendo 50% lecionadas em sala de aula e 50% no laboratório. As aulas teóricas alternam com aulas práticas que são realizadas no Laboratório de Informática, permitindo que os alunos pratiquem na plataforma computacional.

Após a introdução dos conceitos fundamentais e sua implementação na plataforma computacional são realizados diversos problemas onde os alunos terão de estruturar o seu raciocínio, elaborar algoritmos e a implementá-los recorrendo à sintaxe da linguagem de programação.

O projeto permite aos alunos trabalhar em equipa no desenvolvimento de um algoritmo computacional com aplicação na área da Engenharia Biomédica, desde a análise do problema, estruturação dos dados e elaboração do algoritmo até à implementação numa linguagem de programação.

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

Classes are divided into theoretical and practical, being 50% taught in the classroom and 50% in the laboratory. The theoretical classes alternate with practical classes that are held in the Computer Laboratory, allowing students to practice on the computer platform.

After the introduction of the fundamental concepts and their implementation in the computational platform are realized several problems where students will have to structure their reasoning, elaborate algorithms, and implement them using the syntax of the programming language.

The project allows students to work as a team in the development of a computational algorithm with application in Biomedical Engineering, from problem analysis, data structuring and algorithm elaboration to implementation in a programming language.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] Martins, J.P. (2015) *Programação em Python – Introdução à programação utilizando múltiplos paradigmas*, Lisboa, IST Press.

[2] Heys, J.J. (2017) *Chemical and Biomedical Engineering Calculations Using Python*, USA, John Wiley & Sons.

[3] Costa, E. (2015) *Programação em Python, Fundamentos e resolução de problemas*, Lisboa, FCA.

[4] Schneider, D.I. (2016) *An Introduction to Programming Using Python*, USA, Pearson

Anexo II - Biologia Celular e Molecular

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biologia Celular e Molecular

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Cell and Molecular Biology

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BS

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

121.5 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

60h: T 45h + PL 15h

9.4.1.6. ECTS:

4.5

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Rita Isabel Dias Pacheco, 60h

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):

- 1. Conhecer conceitos de citologia, de estrutura e de organização celular, em células eucariotas.*
- 2. Reconhecer a importância das membranas e do citoesqueleto na comunicação celular e ter conhecimentos sobre as vias de transdução de sinal e a sua funcionalidade celular.*
- 3. Entender o papel dos genes e da regulação da expressão dos genes na atividade celular, no controle da divisão celular e na diferenciação celular.*
- 4. Conhecer os acontecimentos e compreender o controle do ciclo celular eucariota.*
- 5. Reconhecer a importância do controle do ciclo celular nos mecanismos de regulação da apoptose e nos mecanismos moleculares do cancro.*
- 6. Identificar as fases do desenvolvimento embrionário dos vertebrados. Ter noção como células estaminais embriogénicas indiferenciadas originam células diferenciadas*
- 7. Com as competências adquiridas ter a capacidade de compreender o funcionamento das células, como são geradas e se diferenciam, e aplicar estes conceitos para interpretar fenómenos biológicos*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Acquire knowledge about cytology concepts, in particular eukaryotic cells structure and organization.*
- 2. Acknowledge the importance of membranes and cytoskeleton in cell communication and demonstrate basic knowledge about signal transduction pathways and its functional significance.*
- 3. Understand the role of genes and gene expression regulation in cell activity, control of cell division and cell differentiation.*
- 4. Identify the events and understand the control of the eukaryotic cell cycle.*
- 5. Recognize the importance of cell cycle control in the regulatory mechanisms of apoptosis and in cancer molecular events*
- 6. Identify the stages of embryonic development in vertebrates. Understand how undifferentiated embryogenic stem cells give rise to differentiated cells.*

7. With the acquired skills, have the ability to understand the functioning of cells, how they are generated and become differentiated, and apply these concepts in order to interpret biological phenomena.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. A estrutura das células. O citoplasma e os organitos. A comunicação entre compartimentos, exocitose e a endocitose. O citoesqueleto.
2. Membranas biológicas: estrutura, transporte transmembranar e comunicação célula a célula. Vias de sinalização celular. Junções Celulares
3. O núcleo celular: organização do genoma. Regulação da expressão genética.
4. Ciclo celular: fases, "checkpoints" e controlo. A célula neoplásica e apoptose. Divisão mitótica e meiose.
5. Mecanismos moleculares de crescimento celular. Fertilização e embriogénese: etapas do desenvolvimento embrionário humano (segmentação, gastrulação, neurulação, início da organogénese). Células estaminais embriogénicas e a diferenciação celular.

9.4.5. Syllabus:

1. The cell structure. The cytoplasm and cell organelles. The communication between cell compartments, exocytosis and endocytosis. Cytoskeleton.
2. Biological membranes: structure, transport across membranes and cell to cell communication. Cell signalling pathways. Cell junctions.
3. The cell nucleus: genome organization. Regulation of gene expression.
4. Cell cycle: phases, checkpoints and control. Neoplastic cell and apoptotic cell. The mitosis and meiosis.
5. Molecular mechanisms of cell growth. Fertilization and embryogenesis: human embryo development stages. Embryonic stem cell and cell differentiation.

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

A UC inclui os conceitos de biologia celular e molecular no Cap. 1 a 3 de modo a introduzir os mecanismos do funcionamento das células e da comunicação celular (obj. 1 e 2), tendo por objetivo o conhecimento do controle celular ao nível molecular (obj. 3).

No cap. 4 e 5 são fornecidos conceitos da génese das células por vários processos. É demonstrada a importância do controle do ciclo celular (obj. 4 e 5) e da fertilização e embriogénese (obj. 6), tendo por objetivo o conhecimento dos mecanismos de divisão e diferenciação celular (obj. 5 e 6).

Os conteúdos lecionados nesta UC vão dotar os alunos de conhecimentos do funcionamento das células, integração dos sinais celulares e do controlo dos genes e compreender os fenómenos biológicos de forma integrada como parte de um sistema biológico (obj. 7).

Os conteúdos desta UC são adquiridos em aulas teóricas apoiada em aulas laboratoriais que consistem em trabalhos práticos de aplicação dos conhecimentos lecionados nas aulas teóricas.

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

The syllabus includes the concepts of cell and molecular biology in Chapter 1 to 3, in order to introduce the mechanisms of cell functions and communication (learning outcome 1 & 2) with the aim to understand cell control at the molecular level (learning outcome 3).

In Chapter 4 and 5, fundamental concepts of cell genesis are provided. It is demonstrated the importance of cell cycle control (learning outcome 4 & 5) also fertilization and embryogenesis (learning outcome 6) envisaging the knowledge of the mechanisms of cell division and differentiation (learning outcome 5 & 6).

The contents which are transmitted will allow students to learn about cell functioning, cell signals integration and gene control and to understand biological phenomena in an integrated perspective as part of a biological system (learning outcome 7).

The contents are transmitted in lectures integrated with laboratory classes in which students can perform experiments in the basis of the lectures contents.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de Ensino: Ensino teórico e prática laboratorial, no total de 63 h de contacto. O tempo total de trabalho dos alunos é 120 horas. São disponibilizadas horas de atendimento para esclarecimento de dúvidas.

O aluno pode optar por uma avaliação distribuída durante o semestre, realizando dois testes escritos ou pela avaliação por exame final. Em ambos os tipos de avaliação, a avaliação laboratorial (L) tem um peso de 25% na nota final e cuja classificação não deverá ser inferior a 8.0 valores.

Avaliação distribuída: A avaliação distribuída prevê a realização de dois Testes escritos (T) com a duração de 3 horas total.

Dois testes (T1, T2): $T1 \& T2 \geq 8.0$

$(T1+T2)/2 \geq 9.5$

Avaliação laboratorial (L): $L \geq 8.0$

$NF = 0.75 \cdot (T1+T2)/2 + 0.25 \cdot L$

Aprovação: $NF \geq 9.5$

Avaliação por exame: Realização de um exame escrito (EF) com a duração de 3 horas.

Exame Final (EF) ≥ 9.5

Avaliação laboratorial (L): $L \geq 8.0$

$NF = 0.75 \cdot EF + 0.25 \cdot L$

Aprovação: $NF \geq 9.5$

Nota final com arredondamento às unidades.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching methodologies: Theoretical and practical laboratory classes with 63 contact hours in one semester. The total student working hours are 120. There are open hours (OT) of attendance for doubts clarification.

The student can perform continuous evaluation distributed during the semester, by attending two written tests, or a final exam. In both types of evaluation, the practical laboratory component result of the laboratorial evaluation (L) contributes with 25% for the final mark and must be at least 8.0.

Continuous evaluation:

Two tests (T1, T2): $T1 \geq 8.0$, $T2 \geq 8.0$

$T1+T2/2 \geq 9.5$

Laboratorial evaluation (L): $L \geq 8.0$

$NF = 0.75(T1+T2/2) + 0.25*L$*

Approval: $NF \geq 9.5$

Final exam evaluation:

Final Exam (EF): $EF \geq 9.5$

Laboratorial evaluation (L): $L \geq 8.0$

*$NF = 0.75*EF + 0.25*L$*

Approval: $NF \geq 9.5$

Final grade is rounded to units. By defect, beneath five tenths, per excess, from five tenths.

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

As aulas teóricas têm como elemento de apoio a projeção em data-show dos conteúdos programáticos. Nas aulas são fornecidos exemplos de aplicação. A aula teórica é apoiada pelas aulas laboratoriais o que conduz ao conhecimento da aplicação prática ou da técnica que permite analisar o conceito teórico apreendido.

Nas sessões de prática laboratorial são realizadas atividades experimentais que permitam uma melhor compreensão dos principais conceitos.

As horas de atendimento complementam o estudo individual e permitem a clarificação dos temas com dúvidas. A avaliação distribuída contribui para um melhor acompanhamento da matéria por parte dos alunos. Os alunos que não obtêm aprovação na avaliação contínua podem realizar a avaliação por exame final.

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

Theoretical classes use as support element the syllabus data-show projection. In the lectures classes examples are presented. Theoretical classes are supported by the laboratory classes leading to the knowledge of the practical application or of the analytic technique used for understanding the theoretical concept.

In laboratory practice, the experimental activities improve the learning outcome of the major concepts.

The attendance hours complement the individual study by clarifying issues. The continuous or distributed evaluation assessment contributes to a better monitoring of the topics by the students. Students that are not approved in the continuous assessment can make evaluation by Final exam.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Lodish H., Berk A., Kaiser C.A., Krieger M., Bretscher A., Ploegh H., Amon A., Martin K. C. Molecular Cell Biology, 8th ed., W.H. Freeman & Co, 2016.

2. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P., Molecular Biology of the Cell, 4th ed., Garland Science, 2002.

3. Voet D., Voet J.G., Biochemistry, 2nd ed., Wiley, 1995.

4. Junqueira LC., Basic Histology - Text and Atlas, Mescher A., 13rd ed., McGraw Hill Lange, 2013.

5. Gilbert SF., Developmental Biology, 10th ed, Sinauer Associates, 2014

Anexo II - Eletromagnetismo e Ótica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletromagnetismo e Ótica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Electromagnetism and Optics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FIS

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

148.5 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

75 h : T: 45; TP: 22,5; PL: 7,5

9.4.1.6. ECTS:

5.5

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Paulo Ivo Cortez Teixeira, 75h

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):

Após a aprovação na unidade curricular, o aluno deverá possuir a capacidade de:

- 1. Conhecer e dominar os fundamentos teóricos da electrodinâmica clássica e da óptica geométrica e ondulatória.*
- 2. Desenvolver a capacidade de analisar e modelar um variado número de problemas de electrodinâmica clássica e de óptica geométrica e ondulatória.*
- 3. Utilizar de forma expedita os cálculos necessários na resolução dos problemas mencionados no ponto anterior.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The successful student will:

- 1. Know and master the theoretical foundations of classical electrodynamics, and of geometrical and wave optics.*
- 2. Develop the ability to analyse and model a variety of problems in classical electrodynamics, and in geometrical and wave optics, by applying the above principles.*
- 3. Be able expeditiously to perform the calculations required for solving the problems described in the preceding item.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Lei de Coulomb. Campo e potencial eléctricos. Energia electrostática. Lei de Gauss.*
- 2. Condutores, dieléctricos e semicondutores. Capacidade eléctrica. Condensadores e sua associação.*
- 3. Corrente estacionária. Resistência e resistividade. Leis de Ohm e de Joule. Associação de resistências. Leis de Kirchhoff. Análise de circuitos. Geradores e motores eléctricos. Energia e potência.*
- 4. Campo magnético. Força de Lorentz. Campo magnético das correntes. Lei de Ampère. Fluxo magnético. Lei de Faraday. Energia magnética numa bobina. Materiais dia-, para- e ferromagnéticos.*
- 5. Corrente alternada sinusoidal. Impedância. Circuitos RC, RL e RLC série, RLC paralelo. Potências instantânea e média; activa, reactiva e aparente. Factor de potência e sua correcção.*
- 6. Equações de Maxwell. Corrente de deslocamento. Ondas electromagnéticas.*
- 7. Leis da reflexão e da refração. Espectro electromagnético. Interferência, difracção, polarização e absorção da luz. Difracção de raios X.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Coulomb's law. Electric field and potential. Electrostatic energy. Gauss' law.*
- 2. Conductors, dielectrics and semiconductors. Capacitance. Capacitors and their association.*
- 3. Steady currents. Resistance and resistivity. Ohm's and Joule's laws. Association of resistors. Kirchhoff's laws. Circuit analysis. Electric generators and motors. Energy and power.*
- 4. Magnetic field. Lorentz force. Magnetic field of currents. Ampère's law. Magnetic flux. Faraday's law. Magnetic energy of an induction coil. Dia-, para- and ferromagnetic materials.*
- 5. Sinusoidal alternating currents. Impedance. RL, RC, RLC series circuits, RLC parallel circuit. Instantaneous power and mean power, real, reactive and apparent power. Power factor and power factor correction.*
- 6. Maxwell's equations. Displacement current. Electromagnetic waves.*
- 7. Laws of reflection and refraction. Electromagnetic spectrum. Interference, diffraction, polarisation and absorption of light. X ray diffraction.*

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

O programa segue os critérios utilizados internacionalmente em unidades curriculares semelhantes inseridas em cursos de engenharia. As aulas teóricas são sempre acompanhadas por vários exemplos cuja análise promove a discussão em sala de aula e a mais fácil assimilação da teoria bem como a sua ligação a outras unidades curriculares da LEB. A realização dos exercícios propostos nas séries de problemas permite aos alunos, individualmente ou em grupo, aplicar os conceitos teóricos a uma larga variedade de situações práticas e, assim, ganharem a necessária confiança e destreza para os utilizar correctamente nas mais variadas situações. É deste modo inculcido nos alunos

que o cálculo é um ingrediente essencial da física e que a capacidade de obter resultados numéricos que podem ser verificados pela observação experimental é a base do enorme sucesso das ciências e tecnologias modernas.

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

The syllabus follows the criteria used internationally in similar courses in engineering degrees. Lectures always include several practical examples which promote classroom discussion and easier assimilation of the theory as well as its connection to other LEB courses. The exercises proposed in the problem sets allow students, individually or in group, to apply the theoretical concepts to a wide variety of practical situations and thus gain the necessary confidence and skills to use them correctly in many different contexts. This is to impart to students that calculation is an essential ingredient of physics and the ability to obtain numerical results that can be checked by experimental observation underpins the huge success of modern sciences and technologies.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas T seguem o método expositivo, acompanhadas de exemplos práticos e usando o quadro. As aulas TP destinam-se a esclarecer dúvidas sobre os exercícios propostos previamente trabalhados pelos alunos. O Moodle contém material de estudo, exames anteriores e "links" externos complementares. As aulas laboratoriais permitem a familiarização com os conceitos e fenómenos estudados, bem como a aquisição de técnicas de trabalho em grupo, análise de resultados e escrita de relatórios.

Avaliação:

(i) Avaliação contínua, que consiste em dois relatórios de trabalhos laboratoriais realizados pelos alunos (peso 20%); e (ii) um teste global escrito, realizado no final do semestre, ou um exame final escrito, em qualquer das épocas de exame previstas no calendário escolar (80%).

A aprovação à unidade curricular implica:

- obtenção no teste global ou exame de nota superior a 9,50 valores

- obtenção da média da classificação global (20% avaliação contínua + 80% teste ou exame) superior a 10 valores.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching methodologies:

Lectures follow the expository method, always accompanied with practical examples and with extensive use of the white board. Problems classes are designed to clarify the difficulties encountered by students when solving the proposed problem sets. The course Moodle pages contain extensive study material, past exam papers and external links to complementary study material, including videos and virtual experiments. Laboratory sessions aim to familiarise students with the concepts and phenomena under study, as well as equip them with team working, data analysis and report writing skills.

Assessment:

Assessment for this course comprises: (i) continuous assessment, in the form of two reports on laboratory sessions (20%); and (ii) one written test, taken at the end of semester, or a written exam, taken on the set dates (80%).

A pass will be awarded for a final grade (20% continuous assessment + 80% test/exam) not less than 9,50 (out of a maximum of 20).

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

As aulas teóricas, de carácter expositivo, transmitem aos alunos os conhecimentos básicos de electrodinâmica clássica e de óptica geométrica e ondulatória (objectivo 1). A realização de um número elevado de exercícios nas aulas teórico-práticas permite aos alunos testar e consolidar a aquisição dos conhecimentos teóricos e aplicá-los a novas realidades (objectivo 3). A exposição frequente de exemplos práticos, nas aulas teóricas, teórico-práticas e, sobretudo, laboratoriais, permite a ligação ao mundo real e às outras unidades curriculares do curso (objectivo 2). Pretende-se igualmente, deste modo, fomentar a interacção com os alunos e aumentar o seu grau de motivação.

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

Lectures, of an expository nature, impart students a basic knowledge of classical electrodynamics as well as geometrical and wave optics (objective 1). Solving a large number of exercises in problem classes allows students to strengthen their theoretical knowledge through hands-on practice, as well as apply that knowledge to novel situations (objective 3). Real life examples are used, in both lectures and problem classes, and showcased in laboratory sessions, to make connections with the real world and with other courses (objective 2). The aim is also to enhance student participation and motivation.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Fishbane, P.M., Gasiorowicz, S., and Thornton, S.T. (1996). Physics for Scientists and Engineers, Prentice Hall, 2nd edition, ISBN: 9780132311502.

2. Alonso, M., and Finn, E.J. (1999). Física, Addison Wesley, 2ª edição, ISBN: 8478290273.

3. Griffiths, D.J. (1999). Introduction to Electrodynamics, Prentice-Hall, 3rd edition, ISBN: 013805326X.

4. Young, H.D., and Friedman, R.A. (2011). University Physics plus Modern Physics, Pearson, 13th edition, ISBN: 080538684X.

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

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

121,5h

9.4.1.5. Horas de contacto:

45h: T 15h + TP 18h + PL 12h

9.4.1.6. ECTS:

4.5

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Porfírio Pena Filipe, 45 h

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):

- 1. Compreender os princípios subjacentes à conceção e gestão de sistemas de base de dados.*
- 2. Conhecer as principais características dos repositórios de dados.*
- 3. Conceber modelos de dados e implementar os respetivos repositórios de dados.*
- 4. Utilizar sistemas de gestão de bases de dados no desenvolvimento de aplicações.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Understand the principles underlying the design of information systems.*
- 2. Learn about the main characteristics of data repositories.*
- 3. Design data models and implement their data repositories.*
- 4. Use databases management systems in application development.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução aos sistemas de gestão de bases de dados.*
- 2. Conceção e implementação de bases de dados relacionais.*
- 3. Modelo concetual, modelo lógico e modelo físico.*
- 4. A linguagem SQL para definição e manipulação de dados.*
- 5. Infraestruturas e arquiteturas de acesso a dados.*
- 6. Aplicar os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento de aplicações.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to database management systems.*
- 2. Design and implementation of relational databases.*
- 3. Conceptual model, logical model, and physical model.*
- 4. The SQL language for defining and manipulating data.*
- 5. Infrastructure and data access architectures.*
- 6. Apply the acquired knowledge in application development.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Esta unidade curricular lida com a problemática da conceção e implementação dos sistemas de informação tendo como objetivo facilitar a identificação e compreensão das suas principais características. São abordados em detalhe aspetos de modelação de dados ao nível conceptual, lógico e físico. O desenvolvimento de aplicações permite reforçar os conhecimentos adquiridos.

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

This curricular unit deals with the problem of the design and implementation of information systems with the objective of facilitating the identification and understanding of their main characteristics. In detail are addressed data modeling aspects at conceptual, logical, and physical level. The development of applications reinforces the acquired knowledge.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino desenvolve-se em três componentes:

15,0 horas teóricas: para exposição de conteúdos teóricos,

18,0 horas teórico-práticas: por cada tema teórico, são apresentados exemplos e resolvidos exercícios,

12,0 horas de prática laboratorial: os conceitos teóricos são revisitados implementando exercícios em grupo.

Os objetivos de aprendizagem (1) a (4) são avaliados através de exame escrito (T) e de trabalhos práticos, realizados e avaliados em grupo, com nota prática individual (P) obtida numa discussão final. As notas parciais (T) e (P) têm de ser ambas maiores ou iguais a 9,5 numa escala de 0 a 20. A nota final (F) é determinada pela fórmula: $F = (T + P) / 2$.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology is developed in three components:

15.0 theoretical hours: for exposition of theoretical content,

18.0 theoretical-practical hours: for each theoretical theme, examples and solved exercises are presented,

12.0 hours of laboratory practice: theoretical concepts are revisited by implementing group exercises.

Learning outcomes (1) to (4) are assessed through a written exam (T) and practical work, implemented and evaluated in a group, with individual practice grade (P) obtained in a final discussion. The partial grades (T) and (P) must both be greater than or equal to 9.5 on scale of 0 to 20. The final grade (F) is determined by the formula: $F = (T + P) / 2$.

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

Nas aulas é lecionado o programa correspondente aos objetivos de aprendizagem (1) e (3). São apresentados exemplos e resolvidos exercícios.

Nas aulas laboratoriais pretende-se que os estudantes antecipem soluções, para isso, é fornecido antecipadamente um guia laboratorial. Tendo em consideração o cumprimento do objetivo (4), as soluções propostas pelos estudantes são discutidas no âmbito da turma.

Na discussão final é avaliado o trabalho, realizado autonomamente em grupo, com particular destaque para os relatórios, aproveitando a oportunidade para salientar aspetos manifestados nos objetivos de aprendizagem (1) a (4) que sejam considerados oportunamente relevantes.

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

In classes is given the syllabus corresponding to the learning outcomes (1) and (3). Some examples are presented and solved exercises.

In laboratorial classes is intended that students anticipate solutions, for this, a laboratorial guide is provided in advance. Bearing in mind the fulfillment of objective (4), the solutions proposed by the students are discussed within the class.

In the final discussion is assessed the work, performed autonomously by the group, with particular attention to the reports, taking the opportunity to highlight aspects manifested in the learning objectives (1) to (4) that are considered to be timely relevant.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Elmasri, R. & Navathe, S. (2015). Fundamentals of Database Systems. Addison-Wesley.

Hoffer, J. A., Ramesh, V., & Topi, H. (2016). Modern Database Management. Pearson Education.

Anexo II - Eletrónica e Instrumentação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletrónica e Instrumentação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Electronics and Instrumentation

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ELE

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

135 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

60 h - T: 30; PL: 30

9.4.1.6. ECTS:

5.0

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

João Pedro Barrigana Ramos da Costa, 60 h

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):

Após a aprovação à unidade curricular, o aluno deverá possuir a capacidade de:

- 1- Conhecer o comportamento elétrico de componentes discretos básicos: resistências, indutores e condensadores.*
- 2- Analisar teoricamente o comportamento de circuitos elementares com componentes discretos e amplificadores operacionais.*
- 3- Aplicar técnicas de medição de grandezas elétricas envolvendo o voltímetro, amperímetro e osciloscópio em corrente contínua e alternada. Explicar as limitações dos equipamentos de medida e os erros introduzidos devido ao seu comportamento não ideal.*
- 4- Programar um microcontrolador para ler valores de um sensor e comunicar os dados a um PC ou outro dispositivo.*
- 5- Descrever os módulos básicos de aquisição de um biopotencial, incluindo a amplificação, filtragem, conversão analógica-digital e apresentação do sinal.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1- Understand the electrical behavior of basic components such as resistors, inductors and capacitors.*
- 2- Analyze circuits with discrete components and operational amplifiers.*
- 3- Apply basic measurement techniques using the voltmeter, the ammeter and the oscilloscope in direct and alternating current. Explain the limitations of the measuring equipment and predict errors due to its non-ideal behavior.*
- 4- Program a microcontroller to read and send sensor data to a PC.*
- 5- Describe the basic modules for the acquisition of a biopotential including the analog front-end, sampling and signal display.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1- Leis de Kirchhoff e lei de Ohm. A bobine e o condensador; regime transitório em circuitos de 1ª ordem. Sinais sinusoidais e conceito de impedância. Filtros de primeira ordem.*
- 2- Característica do diodo. Circuitos simples com LEDs. Transistor a funcionar como interruptor.*
- 3- O amplificador operacional. Montagem inversora e não inversora. Amplificador de Instrumentação.*
- 4- Conceitos fundamentais sobre medidas e instrumentação: calibração, incerteza, caracterização do desempenho de equipamentos de medida. Medidas elétricas com multímetro e osciloscópio.*
- 5- Introdução ao ambiente de programação de um microcontrolador, utilização de interface I/O digitais, comunicação série, conversor analógico digital, amostragem.*
- 6- Aquisição de um biopotencial, acondicionamento de sinal, amostragem e representação do sinal.*

9.4.5. Syllabus:

- 1- Kirchhoff and Ohm's law. inductors and capacitors, transient response. Phasors and Impedance. First order filters.*
- 2- Diodes. Simple circuits with LEDs. Transistors operating as switches.*
- 3- The operational amplifier. Non-inverting amplifier. Inverting amplifier. Instrumentation Amplifier.*
- 4- Fundamentals of measurement and instrumentation: calibration, uncertainty, performance characteristics.*

Measurements with the multimeter and oscilloscope.

5 - Introduction to the integrated development environment of a microcontroller. Use of the digital I/O interface, serial interface, sampling and the ADC.

6 – Acquisition of a biopotencial signal, signal conditioning, sampling and display.

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

Esta UC pretende dotar os alunos dos conhecimentos básicos em electrónica e instrumentação que são a base para compreensão do funcionamento da electrónica dos dispositivos médicos. Nesse sentido os pontos do programa de (1) a (4) englobam uma introdução a conceitos fundamentais da electrónica e da instrumentação. Os pontos (5) e (6) abordam componentes comuns de dispositivos médicos eletrónicos que integram sensores e microcontroladores.

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

Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 characters).

The main aim of this course is to introduce students to electronics and instrumentation with focus on providing a fundamental background for medical electronic instrumentation. To achieve these goals topics (1) to (4) of the syllabus introduce the student to general concepts of electronics and instrumentation. Topics number (5) and (6) focus on basic building blocks that are present in medical devices that integrate sensors and microcontrollers.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino desenvolve-se em duas componentes:

Aulas teóricas- Estas aulas servem para exposição e discussão de conceitos teóricos. Sempre que possível são apresentados exemplos práticos de aplicações na área das tecnologias biomédicas.

Aulas de prática laboratorial - Os alunos adquirem prática experimental e são realizados exercícios para consolidar os conhecimentos. Nestas aulas o docente realiza também demonstrações sobre o funcionamento de componentes ou equipamentos e acompanha de perto o aluno corrigindo e esclarecendo dúvidas.

Os trabalhos práticos incluem um relatório e demonstração. A nota da prática laboratorial (NPL) é a média de dois trabalhos práticos, que são pedagogicamente fundamentais. A nota da componente teórica (NT) é obtida através de exame. A nota mínima em cada uma das componentes (NT e NPL) é de 9,5 Valores numa escala de 0-20 Valores.

A nota final (NF) será dada pela fórmula: $NF = 0,7 \times NT + 0,3 \times NPL$

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology is supported by two components:

Theoretical teaching - Presentation and discussion of concepts in class. Whenever possible examples of medical applications are provided.

Laboratory teaching- Students obtain practical experience with exercises. The laboratory includes demonstrations and exercises closely followed by the lecturer who helps students to overcome practical problems.

The practical work assignments include a written report and demonstration The practical component grade (NPL) is the average mark of two work assignments, which are fundamental from a pedagogical point of view. The theoretical component (NT) is evaluated by exam. The minimum grade in each of the components (NT and NPL) is 9,5 on a scale 0 to 20.

The final grade (NF) is calculated by the formula: $NF = 0,7 \times NT + 0,3 \times NPL$

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

Nas aulas teóricas são expostos os conteúdos teóricos. O esclarecimento de dúvidas teóricas e a discussão de diferentes abordagens para os problemas geram interatividade durante as aulas. Exemplos de aplicação dos conceitos da aula na área das tecnologias biomédicas são fornecidos para motivar os alunos contribuindo para alcançar os referidos objetivos de aprendizagem.

Nas aulas de laboratório realizam-se demonstrações e exercícios de laboratório. Os alunos têm acesso a um guia de apoio e a realização dos trabalhos é acompanhada pelo docente permitindo ultrapassar dificuldades práticas. A realização dos trabalhos práticos permite integrar os conhecimentos adquiridos e promove a discussão de soluções para os problemas com o docente, contribuindo para alcançar os objetivos da unidade curricular.

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

In theoretical lectures the theory is presented. Theoretical problems are provided to give rise to interactivity and discussion in class. Examples of application in the field of biomedical engineering are given to motivate students to achieve the learning outcomes.

In laboratory sessions demonstrations and exercises take place. Students follow a laboratory guide to prepare for the laboratory sessions. The exercises are closely followed by the lecturer to help students overcome practical problems. The work done on practical assignments is fundamental to integrate different concepts and to a foster discussion of solutions and achieve the learning outcomes.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1- Silva, M. de M. (2014). Introdução aos circuitos eléctricos e electrónicos. Fundação Calouste Gulbenkian.

2- Northrop, R. B. (2018). Introduction to instrumentation and measurements. CRC Press.

3- Northrop, R. B. (2012). Analysis and application of analog electronic circuits to biomedical instrumentation. CRC Press.

Anexo II - Seminários em Engenharia Biomédica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Seminários em Engenharia Biomédica

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Seminars in Biomedical Engineering

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
EB

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
108 h

9.4.1.5. Horas de contacto:
TP 60 h

9.4.1.6. ECTS:
4

9.4.1.7. Observações:
Obrigatória

9.4.1.7. Observations:
Mandatory

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Cecília Ribeiro da Cruz Calado, 35 h

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
Amélia Loja, 10 h
Catarina Leal, 15 h

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

- 1. Fomentar a formação científica no âmbito de metodologias de investigação*
- 2. Disponibilizar informação relativa a um leque alargado de áreas de intervenção da Engenharia Biomédica, através da realização de palestras proferidas por investigadores e outros profissionais provenientes de centros de investigação, empresas e instituições de saúde*
- 3. Identificar áreas em desenvolvimento em Engenharia Biomédica.*
- 4. Compreender as diferentes perspetivas de formação, investigação e outras profissões em Engenharia Biomédica.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Promote scientific education in the scope of research methodologies*
- 2. Provide information on a wide range of intervention areas in Biomedical Engineering, through a high diversity of lectures given by researchers and other professionals from researcher's institutes, companies and health institutions.*
- 3. Identify areas in development in Biomedical Engineering.*
- 4. Understand the different perspectives of academic formation, research and other professions in Biomedical Engineering.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Método científico; Tipos de informação; Ferramentas de pesquisa de informação; Revisão da literatura; Normas de referenciação bibliográfica*
- 2. Regras de apresentações orais*
- 3. Exemplos de áreas de seminários a abordar em engenharia biomédica: Processamento de sinal biomédico e de imagens médicas, aprendizagem automática, sistemas de informação em saúde, robótica médica, física médica, biomecânica e bioengenharia.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Scientific method; Information types; tools for information search; Literature revision; Information search; Norms of bibliographic referencing.*
- 2. Rules for oral presentations*

3. *Examples of seminar areas to address: Biomedical signal processing, medical image processing, machine learning, information systems, medical robotics, medical physics, biomechanics and bioengineering.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Para as principais áreas de intervenção e de desenvolvimento em engenharia biomédica, são disponibilizados seminários dados por profissionais provenientes de várias áreas de intervenção em engenharia biomédica. De forma a promover a atualização de conhecimentos de forma autónoma, é também lecionado o método científico, as classificações de tipos de informação, ferramentas de pesquisa de informação e normas de referência bibliográfica.

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

To transmit the main areas of intervention and innovation in biomedical engineering, several seminars are offered by professionals from various areas of intervention in biomedical engineering. To promote the future autonomous update of information, it is also lectured the scientific method, the classification of types of information, research tools for this information and norms of bibliographic referencing.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Para esta Unidade Curricular a metodologia a adotar é:

- *Exposição oral de conteúdos curriculares, suportada por meios audiovisuais;*
- *Trabalho em aula de informática para pesquisa de informação científica e técnica.*
- *Discussão dos temas expostos.*

A aprovação à UC (NF>9.5) é baseada numa avaliação distribuída sem exame final:

- *30% é baseada em mini-testes individuais sobre pesquisa de informação, normas de referência bibliográficas e sobre alguns seminários indicados previamente pelos docentes.*
- *70% é baseada num trabalho a abordar um tema em engenharia biomédica, escolhido pelo aluno e validado pelo regente da UC, baseado em 2 artigos científicos de revistas Q1 ou Q2 e fontes primárias de informação. Esta componente é baseada num trabalho de grupo, e implica as seguintes componentes:*
 - o *Escrita de um artigo de 4 páginas de acordo com o formato disponibilizado*
 - o *Apresentação oral do trabalho*
 - o *Discussão do trabalho.*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

For this Curricular Unit, the methodology to be adopted is:

- *Oral presentation supported by audiovisual tools.*
- *Work in a computer class to search for scientific and technical information.*
- *Discussion of exposed themes.*

The approval (Final grade >9.5), is based through distributed evaluation without exam:

- *30% will be based on individual mini-tests on information research, bibliographic referencing rules and some seminars previously indicated by the professors.*
- *70% will be based on a work addressing a topic in biomedical engineering, chosen by the student and validated by the UC regent, based on 2 scientific articles from Q1 or Q2 journals and primary sources of information. This component is based on group work, and involves the following components:*
 - o *Writing of a mini-article according to the format provided in this UC*
 - o *Oral presentation of the work*
 - o *Discussion of work.*

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

Esta Unidade Curricular tem uma componente de carácter expositivo para transmitir conhecimentos de diversas áreas de engenharia biomédica, incluindo a inovação que está a ser introduzida em diversas áreas. Ao longo da exposição ou após a exposição do tema, é promovido a discussão entre o professor e o convidado e os estudantes. Este diálogo promove nos estudantes quer a adsorção dos conceitos quer a análise crítica da informação. A pesquisa e análise de informação autónoma e em grupo pelos estudantes, promove quer a capacidade de trabalho individual quer de grupo.

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

This Curricular Unit has an expository component to transmit knowledge from different areas of biomedical engineering, including the innovation that is being introduced in several areas. Throughout the exhibition or after the presentation of the theme, discussion is promoted between the teacher and guest with the students. This dialogue promotes in students both the adsorption of concepts and the information critical analysis. The autonomous and group work concerning information search and critical analysis promotes both individual and group work capacity.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *JD Bronzino, D.R. Peterson. The Biomedical Engineering Handbook. 2015. 4th ed., CRC Press. ISBN-13: 978-1439825181*
- *A.Y.K. Chan. Biomedical Device Technology: principles and Desig, 2016. 2nd ed. Charles C Thomas Pub., Ltd. ISBN-13: 978-0398090838*

Anexo II - Biomecânica do Corpo Humano

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biomecânica do Corpo Humano

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomechanics of the human body

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

135h

9.4.1.5. Horas de contacto:

67,5 h: T: 22,5; TP: 45

9.4.1.6. ECTS:

5.0

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Inês de Carvalho Jerónimo Barbosa, 67,5 h

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):

O objetivo da unidade curricular de Biomecânica é transmitir aos alunos um conjunto de conhecimentos e metodologias com os quais lhes seja permitido analisar o movimento de sistemas biomecânicos, em particular do corpo humano.

Os conhecimentos e metodologias são fundamentados na teoria da Mecânica Clássica, na medição experimental cinemática e dinâmica do movimento e na simulação computacional como ferramenta de apoio ao diagnóstico clínico e ao desenvolvimento de dispositivos biomédicos.

Pretende-se desenvolver competências de análise qualitativa e quantitativa do movimento humano, caracterização antropométrica, caracterização cinemática e dinâmica do movimento e de modelação, simulação e análise computacional de sistemas biomecânicos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of the curricular unit of Biomechanics is to convey to the students a set of knowledge and methodologies with which they are allowed to analyze the movement of biomechanical systems, in particular of the human body.

The knowledge and methodologies are based on the theory of Classical Mechanics, in the experimental measurement of the movement kinematics and dynamics and computer simulation as a tool in support of the clinical diagnosis and development of biomedical devices.

It is intended to develop skills of qualitative and quantitative analysis of human movement, anthropometric characteristics, kinematics and dynamics characterization of movement and modelling, simulation and computational analysis of biomechanical systems.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - Biomecânica (Modelos biomecânicos. Análise qualitativa e quantitativa.)

2 – Antropometria (Densidade, massa e propriedades inerciais. Medição experimental directa. Antropometria

muscular.)

3 - Cinemática (Convenções. Técnicas de medição directa e de imagem. Processamento de dados cinemáticos. Cálculo de variáveis cinemáticas.)

4 – Dinâmica (Equações de equilíbrio dinâmico. Técnicas de medição de forças. Cálculo de esforços articulares. Dinâmica de fluidos.)

5 – Simulação computacional (Bases de dados de materiais e dispositivos biomédicos. Selecção de Materiais para dispositivos biomédicos; sua classificação e propriedades fundamentais. Ferramentas computacionais de simulação. Modelação, simulação e análise de sistemas biomecânicos.)

9.4.5. Syllabus:

1 - Biomechanics (Biomechanical models. Qualitative and quantitative analysis.)

2 - Anthropometry (Density, mass and inertial properties. Direct experimental measurement. Muscle anthropometry.)

3 - Kinematics (Conventions. Direct and imaging measurement technique. Kinematic data processing. Calculation of kinematic variables.)

4 - Dynamics (Dynamic equilibrium equations. Force measurement techniques. Calculation of joint efforts. Fluid dynamics.)

5 - Computer simulation (Material databases and biomedical devices. Selection of materials for biomedical devices; its classification and fundamental properties. Computational simulation tools. Modelling, simulation and analysis of biomechanical systems.)

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

Os conceitos fundamentais dos conteúdos programáticos são introduzidos nas aulas e baseados em sistemas biomecânicos reais (em particular o corpo humano), permitindo que os alunos percecionem quer os aspetos qualitativos quer os aspetos quantitativos da análise do movimento humano, em coerência com os objetivos da unidade curricular.

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

The fundamental concepts of the syllabus are introduced in class and are based on real biomechanical systems (in particular, the human body), allowing students to perceive both the qualitative aspects and quantitative aspects of human movement analysis, consistent with the objectives of the curricular unit.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A lecionação será efetuada através de aulas teórico-práticas. Pretende-se que através da leitura da bibliografia o aluno seja introduzido a cada tópico a tratar. As aulas funcionarão com breves exposições sobre cada tema, seguidas de exemplos práticos, onde se pretende que o aluno consolide os conceitos que estudou. Serão resolvidos de exercícios, onde os alunos aplicarão os conhecimentos adquiridos. Nos casos mais complexos ou com maiores exigências matemáticas ou gráficas será efetuado o recurso a programas de computação simbólica e ferramentas de simulação computacional.

A avaliação distribuída com exame final, engloba um trabalho pedagogicamente fundamental (NT) e um exame (NE). O trabalho, com ponderação de 40% na nota final, tem nota mínima de 8 valores. A nota será baseada num relatório escrito e sua discussão oral. A nota final, que não poderá ser inferior a 9.5 valores, será calculada pela expressão:
 $NF = 0.4*NT + 0.6*NE$

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching will be carried out through theoretical and practical lessons. It is intended that by reading the bibliography the student is introduced to each topic to discuss. The classes will consist in brief presentations on each theme, followed by practical examples, where the student is intended to consolidate the concepts studied. Exercises will be solved where students apply the knowledge acquired. In more complex cases or with greater graphics or mathematical demands will be made use of symbolic computation programs and computer simulation tools.

The distributed assessment with final exam, includes a pedagogically fundamental work (NT) and a written test carried out during the exam period (NE). The work, with a weighting of 40% in the final grade, has a minimum grade of 8 values. It will be graded based on a written report and its oral discussion. The final grade, which cannot be less than 9.5 points, will be calculated by the expression:

$NF = 0.4*NT + 0.6*NE$

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

Nas metodologias de ensino são usadas diferentes metodologias que possibilitam atingir os objetivos da unidade curricular. Consoante as características dos conceitos a transmitir são utilizadas aulas teóricas e teórico-práticas, as quais constituem um conjunto que se pretende harmonioso, de forma a habilitar os alunos à compreensão dos conceitos fundamentais associados aos conteúdos programáticos. Nas aulas teóricas e teórico-práticas são usadas as potencialidades dos novos sistemas multimédia e efetuado o recurso a programas de computação simbólica e de simulação computacional.

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

On the teaching methodologies are used different methodologies that make it possible to achieve the objectives of the curricular unit. Depending on the characteristics of the concepts to be transmitted, Theoretical and practical classes are used, which constitute a set to be harmonious, in order to enable students to understand the fundamental concepts associated with the syllabus. In theoretical and practical classes the potential of new multimedia systems, symbolic computation software and computational simulation is used.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Winter, D., (1990). Biomechanics and Motor Control of Human Movement. 2nd edition. New York : John Wiley & Sons
Hall, S., (1991). Basic Biomechanics. McGraw-Hill
Robertson, G., Caldwell, G., Hamill, J., Saunders, G.K., (2013). Research Methods in Biomechanics. 2nd edition. Human Kinetics Publishers.
Kurowski, P., (2022). Engineering Analysis with SolidWorks Simulation 2022. SDC Publications.
Chang, K.-H., (2019). Motion Simulation and Mechanism Design with SolidWorks Motion 2019. SDC Publications.*

Anexo II - Biomecatrónica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biomecatrónica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomechatronics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

108h

9.4.1.5. Horas de contacto:

45h: T 22,5h + PL 22,5h

9.4.1.6. ECTS:

4.0

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Luís Miguel Tavares Fernandes, 22.5 h

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

Alessandro Fantoni, 22.5 h

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

Depois de frequentar esta disciplina, os estudantes deverão ser capazes de:

1-Conceptualizar a relação complexa entre o corpo e a mente, permitindo a avaliação das diferentes formas de biofeedback usadas no diagnóstico e reabilitação

2-Descrever o princípio de funcionamento de diversos actuadores. Integrando os conhecimentos de sensores, devem ser capazes de compreender sistemas com sensores e actuadores usados para monitorar ou estimular processos fisiológicos, associados com a audição, visão, pensamento e movimento

3-Ter o conhecimento das questões básicas associadas ao processamento de sinal necessário para interpretar os sinais bioeléctricos, incluindo a capacidade de desenvolver código MATLAB ou Python para executar esta análise

4-Ser capaz de desenvolver sistemas simples com módulos de controlo para dispositivos protésicos ou ortopédicos activos

5-Ter a capacidade de aplicar conhecimentos de engenharia (mecânica e eléctrica) à análise do funcionamento de um dispositivo protésico

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After this course the students should be able to:

- 1-Develop a conceptual knowledge of the relationship between mind and body, allowing the students to evaluate different forms of biofeedback used in diagnostics and rehabilitation
- 2-Know how to describe the operational principles of a number of actuators. Using sensors knowledge the student must be able to understand the operational principles of systems involving sensors and actuators which are used to monitor and/or stimulate physiological processes including those associated with hearing, seeing, thinking and movement
- 3-Develop the basic knowledge of the signal processing required to interpret bioelectrical signals and the ability to develop MATLAB or Python code to perform this analysis
- 4-Be able to develop simple systems with control functionalities for integration in active prosthetic devices
- 5-Have the ability to apply some engineering skills (mechanical and electrical) to analyze the performance of an active prosthetic device

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1-Introdução à Biomecatrónica
- 2-Actuadores. Sistemas com sensores e actuadores.
- 3-Sistemas de controlo e realimentação
- 4-Processamento de sinal
- 5-Membros protésicos activos
- 6-Tecnologia de ortóteses activas e aplicações na reabilitação
- 7-Exosqueletos e tendências futuras

9.4.5. Syllabus:

- 1-Introduction to Biomechatronics
- 2-Actuators. Systems with sensors and actuators.
- 3-Feedback and Control Systems
- 4-Signal Processing
- 5-Active Prosthetic Limbs
- 6-Active Orthotic technology and applications in rehabilitation
- 7-Exoskeletons and future trends

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

O objetivo desta unidade curricular é o de fornecer aos estudantes o conhecimento necessário para compreensão das mais recentes técnicas associadas às próteses e ortóteses ativas.

Para atingir o objectivo proposto o programa da unidade curricular está organizado em duas secções:

Partindo dos conhecimentos obtidos em unidades curriculares anteriores sobre sensores e electrónica, os tópicos 1 a 4 dedicam-se ao estudo dos principais actuadores electromecânicos, bem como sistemas de controlo e processamento de sinal associados. O conhecimento adquirido nestes tópicos tornará possível o projeto e desenvolvimento de sistemas simples de interface corpo-prótese baseados em biosinais.

A segunda secção, que inclui os tópicos 5 a 7, é dedicada ao estudo dos principais tipos de próteses e ortóteses activas. Serão focados os dispositivos protésicos activos como os membros artificiais (mãos, braços, etc) e também as ortóteses e exosqueletos bastante utilizados para já como auxiliares na fisioterapia.

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

The objective of this curricular unit is to provide the students sufficient knowledge to enable the comprehension of the most actual techniques associated to active prosthesis and orthoses.

To reach the proposed goal, the units syllabus is divided in two major sections:

Building on a previous curricular unit which covers sensors and electronics, this course starts in topics 1 to 4 with the study of the main electromechanical actuators as well as the associated control and signal processing systems. The acquired knowledge over these topics will enable the project and development of simple biosignal based body-prosthesis interfaces.

The second section, including topics 5 to 7, is dedicated to the study of the major types of active prostheses and orthoses. The active prosthetic limbs (hand, arm, etc) topics will be addressed, converging also, the topic of active orthoses and exoskeletons already used in the field of physiological recovery.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino teórico-prático, estando previstas 15 aulas de 3 horas a que correspondem 45 horas de contacto. As aulas interactivas destinam-se à apresentação dos temas e conceitos, dos seus fundamentos e interligações recorrendo, sempre que possível, a exemplos práticos relacionados com a temática abordada na aula. A realização dos trabalhos é acompanhada pelo docente para assegurar o correcto desenvolvimento dos conhecimentos e das competências dos estudantes.

Na componente prática (P), os resultados da aprendizagem são avaliados através de trabalhos, projectos, relatórios e discussão dos trabalhos individuais. A componente teórica (T) será avaliada através de um exame final. A aprovação nesta prova é requerida para a aprovação à disciplina. A nota em cada componente (T) e (P) deverá ser igual ou

superior a 9,5 numa escala de 0 a 20, para a aprovação à disciplina.
A nota final será dada pela equação: $NF = (T+P)/2$

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical and practical teaching along 15 3 hour lectures that correspond to 45 contact hours. Interactive lectures are used for presentation of topics, fundamental concepts and practical examples. The main topics are further explored through practical work which is accompanied by the teacher to ensure proper development of knowledge and skills of the students.

For the practical component (P) the learning outcomes are evaluated by marked coursework, laboratory projects with written report and oral discussions. The theoretical component (T) will be evaluated through a final exam. The partial grades (T) and (P) must both be greater than or equal to 9.5, on scale of 0 to 20, to pass the course.

The final grade will be calculated by the formula: $FG = (T+P)/2$

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

Nas aulas teórico-práticas são expostos os conteúdos programáticos a que correspondem os objectivos de aprendizagem 1 a 3, sendo facultado um conjunto de problemas e aplicações como motivação para o estudo fora das horas de contacto.

Para as aulas de prática laboratorial são fornecidos guiões que apresentam um problema específico. Abordando os objectivos de aprendizagem 4 e 5 é pedida ao estudante a preparação prévia da aula prática a nível do projecto do sistema de aquisição de sinal e controlo. A solução é então testada em laboratório com o apoio do docente.

Na discussão final é revisto e o conteúdo dos relatórios dos trabalhos práticos, tendo em consideração de um modo geral todos os objectivos de aprendizagem.

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

In theoretical classes, syllabus content is presented, which match the learning outcomes 1 to 3. A set of theoretical questions and applications are provided to motivate students to study outside of contact hours.

For the lab classes a guidance script is distributed which presents a specific problem. The learning outcomes 4 and 5 are accomplished by asking the students to prepare the lab work by designing and analyzing a signal acquisition and control system. The found solution is then tested in lab with the teacher's support.

In the final discussion the contents of the report of practical is discussed, taking generally into account all learning objectives.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. Graham Brooker (2012), Introduction to biomechatronics, SciTech publishing.*
- 2. Raymond Tong Kaiyu (2012), Biomechatronics in Medicine and Healthcare, Pan Stanford Publishing*
- 3. José L. Pons (2008), Wearable Robots: Biomechatronic Exoskeletons, Wiley*

Anexo II - Projeto ou Estágio em Engenharia Biomédica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto ou Estágio em Engenharia Biomédica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Project or Internship in Biomedical Engineering

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

324 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

180h: T15h + TP 15h + (E 150h ou OT 150h)

9.4.1.6. ECTS:

12

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Manuel José de Matos, 30h

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

Luís Miguel Minhalma, 30h

Docentes envolvidos na orientação, 150h

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

Nesta UC aos alunos deverão desenvolver um projeto que aglutine as competências apreendidas no curso. Em alternativa poderão realizar um estágio na área do curso em que experimentem a vivência profissional da área. O projeto deverá ser desenvolvido abrangendo diversas áreas de conhecimento do curso e será orientado por um ou mais docentes do curso. Pretende-se que os alunos apresentem soluções multidisciplinares. O estágio será realizado em contexto real numa organização que atue na área do curso. Os alunos serão orientados por até dois orientadores da organização coadjuvados por um orientador do ISEL. Pretende-se que os alunos apliquem os conhecimentos adquiridos durante o seu curso num modo próximo da realidade profissional. Pretende-se também fomentar a resolução de problemas reais com o cumprimento de prazos e o trabalho em equipa. Serão lecionados os tópicos mais importantes da economia ligados com a viabilidade económica de projetos e com a análise de investimentos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

In this UC students should develop a project that brings together the skills seized in the course. Alternatively, they can take an internship in the area of the course in which they experience the professional experience of the area. The project should be developed covering several areas of knowledge of the course and will be guided by one or more teachers of the course. It is intended that students present multidisciplinary solutions. The internship will be held in real context in an organization that is working in the area of the course. Students will be mentored by up to two advisors from the organization assisted by an ISEL advisor. It is intended that students apply the knowledge acquired during their course in a way close to professional reality. It is also intended to encourage the resolution of real problems with meeting deadlines and teamwork. The most important topics of the economy related to the economic feasibility of projects and investment analysis will be taught.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Princípios básicos de economia*
- 2. Oferta e procura. A elasticidade da oferta e da procura.*
- 3. Tipos de mercados. Competição: produtor vs consumidor.*
- 4. Custos de produção. Formação de preços.*
- 5. Custos de Investimento. Análise de Projetos de Investimento: Cálculo de valores atuais e futuros; Análise da rentabilidade de projetos de investimento.*
- 6. Planeamento e gestão estratégica de um projeto. Identificar objetivos e estratégia de desenvolvimento; Análise do meio envolvente; Formulação e implementação da estratégia de desenvolvimento.*
- 7. Escolha do projeto a desenvolver ou do estágio a frequentar. Desenvolvimento do projeto ou frequência do estágio com elaboração de um Relatório de Projeto ou de Estágio.*
- 8. Apresentação pública do projeto ou do estágio realizado e discussão do mesmo.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Basic principles of economics*
- 2. Supply and demand. The elasticity of supply and demand.*
- 3. Types of markets. Competition: producer vs consumer.*
- 4. Production costs. Pricing.*
- 5. Investment Costs. Analysis of Investment Projects: Calculation of current and future values; Analysis of the profitability of investment projects.*
- 6. Planning and strategic management of a project. Identify development objectives and strategy; Analysis of the market environment; Formulation and implementation of the development strategy.*
- 7. Selection of the project to be developed or the internship to attend. Development of the project or frequency of the internship with preparation of a Project or Internship Report.*
- 8. Public presentation of the project or the Internship carried out and discussion.*

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

Aos alunos será lecionada uma componente teórica da UC onde serão transmitidos os conhecimentos de economia e gestão pertinentes. Esta componente permitirá que elaborem a parte económica do Projeto ou Estágio. Os alunos escolherão um trabalho de projeto proposto ou realizarão um estágio que será acompanhado pelos professores orientadores que periodicamente reunirão com os alunos. Pretende-se que o trabalho a realizar seja multidisciplinar de modo a realizar a integração de conteúdos da Engenharia Biomédica. Nos estágios, será desejável que os alunos sejam inseridos na equipa da organização com tarefas subordinadas com

alguma capacidade de intervenção dos alunos. Os alunos deverão demonstrar capacidade de aplicação da multiplicidade dos conhecimentos adquiridos, nomeadamente na área da resolução de problemas.

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

Students will be taught a theoretical component of the CU where the relevant knowledge of economics and management will be transmitted. This component will allow them to elaborate the economic part of the Project or Internship.

Students will choose a proposed project work or perform an internship that will be accompanied by the guiding teachers who will periodically meet with students. It is intended that the work to be carried out is multidisciplinary in order to perform the integration of biomedical engineering contents.

In the internships the students should be inserted in the organization team with subordinate tasks with some capacity for the intervention of the students. Students should demonstrate the ability to apply the multiplicity of knowledge acquired, in particular, in the area of problem solving.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição oral de conteúdos curriculares, suportada por meios audiovisuais;

Apresentação de estudos de casos de sucesso e de insucesso. Análise dos fatores que conduziram ao sucesso e insucesso dos projetos em análise.

Debates para discussão dos casos apresentados.

Resolução de exercício sobre a matéria lecionada.

Avaliação:

NT = Avaliação da componente teórica. Será realizada através de teste global (NT \geq 9,50).

NPE = Avaliação do Projeto ou Estágio. Será a classificação resultante da apreciação do Relatório Final e da Apresentação pública do Projeto ou Estágio (NPE \geq 9,50).

NF = Nota Final

NF = 0.25 x NT + 0.75 x NPE

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Oral exposition of curricular content, supported by audiovisual means;

Presentation of success and failure case studies. Analysis of the factors that led to the success and failure of the projects under analysis.

Debates for discussion of the cases presented.

Exercise resolution on the subject taught.

Evaluation:

NT = Evaluation of the theoretical component. It will be performed through a global test (NT \geq 9.50).

NPE = Project or Internship Evaluation. It will be the classification resulting from the assessment of the Final Report and the Public Presentation of the Project or Internship (NPE \geq 9.50).

NF = Final Grade

NF = 0.25 x NT + 0.75 x NPE

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

A componente expositiva contribuirá para que os alunos assimilem os conteúdos básicos de economia e gestão necessários para a gestão de empresas e projetos.

As discussões de estudos de caso contribuirão para a consolidação dos conceitos teóricos.

No trabalho autónomo, mas orientado, os alunos desenvolverão as suas capacidades de trabalho, de gestão de equipas, de desenvolvimento de projetos e da implementação dos mesmos.

A apresentação final pública treinará os alunos para a comunicação em público e para a consolidação das suas capacidades de argumentação e persuasão.

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

The expository component will help students to assimilate the basic contents of economics and management necessary for the management of companies and projects.

Discussions of case studies will contribute to the consolidation of theoretical concepts.

In autonomous, but oriented, work, students will develop their work skills, team management, project development and implementation.

The final public presentation will train students for public communication and for the consolidation of their skills of argumentation and persuasion.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Krugman, P., Wells, R. (2017) Economics (5th Edition). Worth publishers, USA.

2. Samuelson, P., Nordhaus, W. (2010). Economics (19th Edition). McGraw Hill.

3. Capon, C. (2004). *Understanding Organisational Context (2nd Edition)*. Prentice Hall.
4. Kotler, P., Keller, K. (2012). *Marketing Management (14th Edition)*. Prentice Hall,
5. Teixeira, S. (2010). *Gestão das Organizações (2ª Edição)*, Verlag Dashöfer Portugal.
6. *Handbook of Biomedical Instrumentation (Third Edition)*. (2014). McGraw Hill Education.
7. Ganesh R Naik (Ed.). (2009). *Recent Advances in Biomedical Engineering*. InTech,
8. Soares, I.; Moreira, J.; Pinho, C.; Couto, J. (2020). *Decisões de Investimento – Análises Financeiras de Projetos (4ª Edição)*. Edições Sílabo.

Anexo II - Gestão de Operações

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão de Operações

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Operations Management

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

108 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

45h (T: 22,5; TP: 22,5)

9.4.1.6. ECTS:

4.0

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Optional

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

Isabel Maria da Silva João

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

Helena Paulo, 45h

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

A gestão de operações está orientada para a gestão de recursos e de atividades responsáveis pela produção e fornecimento de produtos e serviços aos clientes.

Com esta unidade curricular pretende-se que os alunos ganhem conhecimentos na área de gestão de operações através da aquisição de competências em operações que têm um efeito profundo na produtividade e qualidade de produtos, e serviços.

Após conclusão desta unidade curricular o estudante deve ter uma compreensão básica do papel da gestão de operações no seio de uma organização e como as organizações podem alcançar vantagens competitivas através de uma eficaz e eficiente gestão de operações. Deve ser capaz de reconhecer e identificar os principais conceitos em gestão de operações e aplicar técnicas e ferramentas de resolução de problemas para a análise de questões operacionais.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The operations management is oriented to the management of resources and activities responsible for the production and supply of products and services to customers. With this curricular unit it is intended that students gain knowledge

in the area of operations management through the acquisition of skills in operations that have a profound effect on productivity and in the quality of products and services. Upon completion of this curricular unit the students should acquire a basic understanding of the role of operations management within an organization and how organizations can achieve competitive advantage through effective and efficient operations management. The students must be able to recognize and identify key concepts in operations management and apply problem solving techniques and tools to the analysis of operational issues.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - Gestão de operações, Estratégia e competitividade.

2 – Desenho de operações, e estratégia de processos. Design de processos. Inovação e design de produtos e serviços.

3- Gestão de stocks: características dos stocks, a classificação ABC e modelos de aprovisionamento. Modelos de procura independente - modelos de quantidade económica de encomenda, modelos de período fixo de encomenda. Modelos probabilísticos e stock de segurança.

4 – Planeamento agregado de produção. Planeamento de recursos, ERP e MRP. Escalonamento de produção. Fatores que influenciam o escalonamento de produção. Algoritmos de escalonamento de produção.

5– Planeamento e controlo de projetos. Técnicas de gestão de projetos: método do passo ou caminho crítico (CPM) e técnica de avaliação e revisão do projeto (PERT).

6 – Melhoria contínua: Gestão da qualidade, just-in-time (JIT) e Lean Thinking.

7– Gestão de cadeias de abastecimento.

9.4.5. Syllabus:

1 - Operations management. Strategy and competitiveness.

2 – Designing operations and process Strategy. Process design. Innovation and design of products and services.

3 - Inventory management: inventory characteristics, ABC classification and analysis, Inventory models for independent demand – the basic economic order quantity (EOQ) model, fixed period systems. Probabilistic models and safety stock.

4 – Planning: Aggregate planning. Material requirements planning: ERP and MRP. Production shedulling. Algorithms of production scheduling.

5- Planning and control of projects: characteristics of projects, Project management techniques: Critical Path Method (CPM) and Project/program Evaluation and Review Technique (PERT).

6 – Continuous improvement: quality management, just in time (JIT) and Lean Thinking.

7– Supply Chain Management.

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

A abordagem e sequencia usada permitirá o desenvolvimento de conhecimentos e competências previstas nos objetivos, garantindo-se a coerência entre os conteúdos programáticos. O ponto 1 e 2 permitirá o conhecimento e a articulação dos conceitos no âmbito da gestão de operações. No ponto 3 pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos a nível da gestão e controlo de stocks. No ponto 4 espera-se que os alunos aprendam a planear atividades de produção a diferentes níveis. No ponto 5 pretende-se que os alunos compreendam as características dos projetos e saibam efetuar o planeamento e controlo de projetos. No ponto 6 pretende-se que os alunos compreendam os fundamentos do pensamento lean, dos sistemas de produção JIT e o papel da gestão da qualidade na melhoria contínua. De forma a garantir que os alunos compreendem o papel e a importância das cadeias de abastecimento na gestão de operações no ponto 7 é explicada a importância das cadeias de abastecimento bem como as estratégias a usar.

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

The sequential approach used will allow the development of the knowledge and skills foreseen in the objectives, guaranteeing the translation between the syllabus contents. Points 1 and 2 will allow knowledge and articulation of concepts within the scope of operations management. In point 3 it is intended that students acquire knowledge in terms of management and control of stocks. In point 4, students are expected to learn to plan production activities at different levels. In point 5 it is intended that students understand the characteristics of projects and learn to understand and control projects. In point 6 it is intended that students understand the fundamentals of lean thinking, JIT production systems and the role of quality management in continuous improvement. To ensure that students understand the role and importance of supply chains in operations management, point 7 explains the importance of supply chains as well as the strategies to be used.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias expositivas para exploração de conceitos e teoria. São utilizadas metodologias ativas que envolvem a participação ativa dos alunos na resolução de problemas ou estudos de caso com vista a explorar aspetos relacionados com o saber fazer e colocação em prática dos conhecimentos teóricos adquiridos.

A avaliação continua consiste na realização de um trabalho (NT), com peso 0,3 complementado com a realização ao longo do semestre de dois testes de frequência (NT) com peso 0,35 cada.

NF = 0,35 x NT1 + 0,35 x NT2 + 0,3 x NT

A avaliação por exame incluirá um exame escrito (NE).

Quer a nota obtida na componente trabalho, quer a nota obtida em cada um dos testes parciais ou o exame final terão que ter uma classificação mínima igual ou superior a 10 valores (escala 0 a 20).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expositive methodologies to explore concepts and theory. Active methodologies involving the active participation of the students in the resolution of the problems or case studies in order to explore some issues related to know how to do and how to apply the theoretical knowledge acquired.

The continuous assessment consists of making a work (NW), weighing 0.3 plus two tests (NT) with weight 0,35 each and both of them mandatory.

$NF = 0,35 \times NT1 + 0,35 \times NT2 + 0,3 \times NT$

The evaluation by exam will include a written examination (NE).

Whether the grade obtained in the component work, whether the partial tests or the final exam need to have a minimum rating equal to or higher than 10 (range 0-20).

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

A utilização de aulas expositivas e activas no processo de aprendizagem permite exemplificar a aplicação dos conceitos teóricos transmitidos aos alunos. Durante as aulas os alunos são chamados a intervir na resolução de problemas havendo preocupação de fazer a ligação entre as matérias leccionadas nesta unidade curricular.

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

The use of expository lectures and active classes in the learning process allows the exemplification of the application of theoretical concepts transmitted to students. During classes students are stimulated to participate in problem solving. In the problem solving they make the connection between the topics taught in this course.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Lisboa, João V.; Gomes, Carlos F., Gestão de Operações, 2ª edição, Vida Económica, 2008.

2. Slack, Nigel; Brandon Jones, Alistair; Johnston, Robert, Operations Management, 7th Edition, Prentice Hall, Pearson Education, 2013.

3. Heizer, J. and Render, B., Operations Management, 11th Edition, Pearson, 2014.

4. Russell and Taylor, Operations and Supply Chain Management, 8th Edition., John Wiley & Sons, 2014.

Anexo II - Técnicas de Estatística Multivariada

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Técnicas de Estatística Multivariada

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Multivariate Statistical Techniques

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

160 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP: 60 h OT: 5 h

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Optional

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

Paulo Ramos, 65 h

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

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

Os objetivos desta unidade curricular são:

- 1. Fornecer aos estudantes conceitos fundamentais de estatística multivariada, que permitam o tratamento de dados relacionados com a investigação científica de base experimental.*
- 2. Desenvolver a capacidade de utilização de um software estatístico que possibilite a aplicação dos métodos estatísticos abordados na unidade curricular.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. To provide students with fundamental concepts of statistics, which enables handling data related to scientific research on an experimental basis.*
- 2. To develop the ability to use statistical software that enables the application of statistical methods addressed in the curricular unit.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Análise descritiva de dados multivariados.*
- 2. Modelos de regressão linear múltipla.*
- 3. Análise de componentes principais.*
- 4. Análise factorial.*
- 5. Análise de clusters.*
- 6. Análise discriminante.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Descriptive analysis of multivariate data.*
- 2. Multiple linear regression models.*
- 3. Principal component analysis.*
- 4. Factor analysis.*
- 5. Cluster analysis.*
- 6. Discriminant analysis.*

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

Os tópicos dos conteúdos programáticos, cobrindo os fundamentos necessários para o estudante adquirir conceitos sobre análise descritiva de dados multivariados, sobre modelos de regressão linear multivariada, sobre técnicas de análise de dados multivariados e sobre a utilização de um software estatístico, que permitam ao estudante o tratamento de dados relacionados com a investigação científica de base experimental, cumprem os objetivos 1. e 2. da unidade curricular.

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

The topics of the syllabus, covering the fundamentals necessary for the student to acquire basic concepts of descriptive analysis of multivariate analysis, of multiple linear regression models, of methods of multivariate data analysis and the use of a statistical software, enables the student the handling of data related to scientific research on an experimental basis, fulfill all the intended learning outcomes.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas para que a componente de aplicação esteja sempre presente. É utilizada uma metodologia expositiva para a apresentação da matéria teórica, exemplificando com exercícios no âmbito da engenharia em questão. Após a exposição teórica de cada método, são propostas actividades onde os estudantes o devem aplicar, com recurso ao software estatístico R.

A avaliação de conhecimentos compreende duas componentes, uma teórica (NT) e outra prática (NP). A componente teórica é constituída por dois testes (nota mínima de 8,0 valores em cada teste e média mínima de 9,5 valores) realizados durante o período lectivo ou por um exame (nota mínima de 9,5 valores). A componente prática é constituída por um trabalho de grupo (nota mínima de 9,5 valores), com apresentação e discussão obrigatórias. A nota final do aluno (NF) será obtida através da fórmula $NF=0,7NT+0,3NP$.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classes are theoretical-practical. Expository methodology is used for the presentation of the theoretical subjects, using specific engineering related exercises. After the theoretical exposition of each method, some activities are proposed to the students in order to develop their skills, using the statistical software R.

The knowledge assessment comprises two components, one theoretical (TG) and another practical (PG). The theoretical component consists of two tests (minimum grade of 8,0 values in each test and minimum mean of 9,5 values) performed during the class period or a global exam (minimum grade of 9,5 values). The practical component consists of a group work (minimum grade of 9,5 values) with mandatory presentation and discussion.

The student's final grade (FG) will be obtained through the formula $FG=0,6TG+0,4PG$.

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

A metodologia adotada pretende fornecer os conhecimentos fundamentais de estatística e as competências necessárias ao nível de tratamento de dados e utilização de software estatístico, que permitam ao estudante proceder

a análises de dados nas futuras actividades de investigação.

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

The methodology aims to provide students with the basic knowledge of statistics and skills of data analysis and the use of statistical software, enabling the student to undertake the analysis of data related to their future research activities.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Everitt, B. and Dunn, G., "Applied Multivariate Data Analysis", 2nd edition, Wiley, 2001.
2. Harrell, F., "Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic Regression and Survival Analysis", 2nd edition, Springer-Verlag, 2015.
3. Hothorn, T. and Everitt, B., "A Handbook of Statistical Analyses using R", 3rd edition, CRC Press, 2014.
4. Coghlan, A., "A Little Book of R For Multivariate Analysis", Release 0.1, 2017.
5. Hair, J., Black, B., Black, W., Babin, B. and Anderson, R., "Multivariate Data Analysis", 7th edition, Pearson, 2010.
6. Johnson, R. and Wichern, D., "Applied Multivariate Statistical Analysis", 6th edition, Pearson, 2008.
7. Maroco, J., "Análise Estatística com o SPSS Statistics", 8ª edição, Report Number, 2021.
8. Marques de Sá, J., "Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R", 2nd edition, Springer-Verlag, 2007.
9. Reis, E., "Estatística Multivariada Aplicada", 2ª edição, Edições Sílabo, 2001.

Anexo II - Fontes de Energia Renováveis

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fontes de Energia Renováveis

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Renewable Energy Sources

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

121,5 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

45h: T: 22,5h TP: 22,5h

9.4.1.6. ECTS:

4.5

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Optional

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

Fernando Manuel Duarte Oliveira Nunes; 45h

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

Francisco Alexandre Ganho da Silva Reis; 45h

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

Conhecer as fontes de energia renovável disponíveis. Caracterizar a disponibilidade de energia de cada uma delas e as tecnologias disponíveis para o seu aproveitamento.

Conhecer os fundamentos da economia da energia e avaliar a viabilidade técnico-económica de instalações de energias renováveis isoladas e integradas na rede de energia elétrica.

Conhecer os principais aspetos de enquadramento legal das energias renováveis e a política energética envolvente.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Know the available renewable energy sources. Characterize the availability of energy and the most used technologies. Knowing the basics of energy saving and evaluate the technical and economic feasibility of renewable energy installations, isolated and integrated into the electrical network. Know the main aspects of the legal framework for renewable energy and energy policy aspects.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. ASPETOS ECONÓMICOS DA PRODUÇÃO DE ENERGIA DESCENTRALIZADA

1.1. Custos da energia elétrica

1.2. Avaliação de projetos de investimento

2. FORMAS, CONVERSÃO E UTILIZAÇÃO DA ENERGIA

2.1. Conversão da energia térmica em energia mecânica (motores térmicos)

2.2. Conversão de energia mecânica em energia térmica (refrigeração e aquecimento)

2.3. Conversão de energia química em energia elétrica - eletroquímica (pilhas de combustível)

2.4. Conversão de energia elétrica em energia térmica – refrigeração termoelétrica

3. ENERGIA SOLAR

3.1. Caracterização da radiação solar

3.2. Solar térmico

3.3. Solar fotovoltaico

4. ENERGIA EÓLICA

5. OUTRAS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

5.1. Energia hidroelétrica

5.2. Energia das marés

5.3. Energia das ondas

5.4. Energia geotérmica

6. SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA EM PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA

Armazenamento por:

6.1. bombagem

6.2. baterias

6.3. volantes de inércia

6.4. supercondensadores

6.5. bobinas supercondutoras

6.6. hidrogénio

9.4.5. Syllabus:

1. ECONOMIC ASPECTS OF DECENTRALIZED ENERGY PRODUCTION

1.1. Electricity costs

1.2. Evaluation of investment projects

2. FORMS, CONVERSION AND USE OF ENERGY

2.1. Conversion of thermal energy into mechanical energy (thermal motors)

2.2. Conversion of mechanical energy into thermal energy (cooling and heating)

2.3. Conversion of chemical energy into electrical energy - electrochemistry (fuel cells)

2.4. Conversion of electrical energy into thermal energy - thermoelectric cooling

3. SOLAR ENERGY

3.1. Characterization of solar radiation

3.2. Thermal solar

3.3. Solar photovoltaic

4. WIND ENERGY

5. OTHER SOURCES OF RENEWABLE ENERGY

5.1. Hydroelectric power

5.2. Tidal energy

5.3. Wave energy

5.4. Geothermal energy

6. ENERGY STORAGE SYSTEMS IN DECENTRALIZED PRODUCTION

6.1. Pumping storage

6.2. Battery storage

6.3. Storage by inertial wheels

6.4. Storage by supercapacitors

6.5. Storage by superconducting coils

6.6. Hydrogen storage

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

São apresentadas todas as fontes de energia renovável relevantes e caracterizada a disponibilidade de energia de cada uma delas bem como as tecnologias disponíveis para o seu aproveitamento.

São apresentados os fundamentos da economia da energia e introduzidas as metodologias para avaliação da viabilidade técnico-económica de instalações de energias renováveis isoladas e integradas na rede de energia elétrica.

São apresentados os principais aspetos de enquadramento legal das energias renováveis e a política energética envolvente.

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

Contains all relevant renewable energy sources and characterized the availability of energy each and technologies available for your use.

The methodologies to assess the technical and economic feasibility of renewable energy facilities, isolated and integrated into the electricity network the fundamentals of energy economics are presented and introduced.

The main aspects of the legal framework for renewable energy and the surrounding energy policy are presented.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular é ministrada em aulas teóricas e teórico-práticas.

A avaliação de conhecimentos é constituída por um exame final sobre as matérias ministradas nas aulas teóricas e teórico-práticas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The curricular unit is taught in theoretical and theoretical-practical classes.

The assessment of knowledge is constituted by a final exam on the subjects taught in the theoretical and theoretical-practical classes.

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

Os exercícios específicos e os casos de estudo abordam os principais temas da matéria lecionada nas aulas teóricas e teórico-práticas, designadamente sobre:

- *Necessidades de consumo e diagramas de carga;*
- *Cálculos de insolação – energia solar disponível;*
- *Dimensionamento de sistemas solares-térmicos;*
- *Interpretação dos parâmetros dos painéis fotovoltaicos para o dimensionamento de aproveitamentos de energia elétrica;*
- *Determinação de curvas de distribuição de velocidades médias de vento e cálculo de energias esperadas para turbinas eólicas específicas;*
- *Determinação de curvas de duração de caudais e cálculo de energias esperadas para turbinas hídricas específicas.*

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

The specific exercises and the case studies cover the main themes of the subject taught in theoretical and theoretical-practical classes, namely on:

- *Consumption requirements and load diagrams;*
- *Sun radiation assessment - available solar energy;*
- *Design of solar-thermal systems;*
- *Parameter interpretation of photovoltaic panels for the design of electric energy generation;*
- *Determination of mean wind velocity distribution curves and calculation of expected energy production for specific wind turbines;*
- *Determination of flow duration curves and calculation of expected energy production for specific hydraulic turbines.*

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Fontes de Energia Renovável (Texto de apoio da UC). Fernando Nunes, 2016.*
- *Alireza Khaligh and Omer C. Onar. Energy harvesting: solar, wind, and ocean energy conversion systems. Taylor and Francis Group, 2010*
- *Bert Droste-Franke, Boris P. Paal, Christian Rehtanz, Dirk Uwe Sauer, Jens-Peter Schneider, Miranda Schreurs and Thomas Ziesemer. Balancing Renewable Electricity: Energy Storage, Demand Side. Management, and Network Extension from an Interdisciplinary Perspective. Springer-Verlag, 2012.*
- *Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi and Wade W. Huebscha. Brief Introduction to Fluid Mechanics. John Wiley & Sons, 2011.*
- *Erich Hau. Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application and Economics. Springer-Verlag, 2013.*
- *Gilbert M. Masters. Renewable and efficient electric power systems. John Wiley & Sons, 2nd ed., 2013.*
- *Jin Zhong Zhang, Jinghong Li, Yat Li and Yiping Zhao. Hydrogen generation, storage, and utilization. John Wiley & Sons, 2014.*

Anexo II - Microbiologia Industrial

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Microbiologia Industrial

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Industrial Microbiology

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

135 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

T - 33 h; TP - 6 h; PL - 14 h

9.4.1.6. ECTS:

5.0

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Optional

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

Sónia Alexandra de Almeida Martins, 44 h

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

Magda Sofia Cardoso Nobre Semedo, 9 h

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

Após a aprovação na unidade curricular, o aluno deverá possuir a capacidade de:

- 1. Conhecer os fundamentos da Microbiologia. Aplicar técnicas de manipulação microbiana, nomeadamente a esterilização, assepsia e microscopia.*
- 2. Analisar e caracterizar o crescimento microbiano e compreender a influência dos factores nutricionais e físicos.*
- 3. Interpretar e aplicar técnicas morfológicas, bioquímicas, imunoquímicas e genéticas de identificação de microrganismos.*
- 4. Discutir a tecnologia de DNA recombinante e obtenção de proteínas recombinantes*
- 5. Conhecer as aplicações de microrganismos na obtenção de produtos biológicos.*
- 6. Compreender a importância da Microbiologia na indústria.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After approval in this course unit, the student should have the ability to:

- 1. Know the fundamentals of Microbiology. Apply techniques of microbial manipulation, namely sterilization, asepsis and microscopy.*
- 2. Analyze and characterize microbial growth and understand the influence of nutritional and physical factors.*
- 3. Interpret and apply morphological, biochemical, immunochemical and genetic techniques to identify microorganisms.*
- 4. Discuss recombinant DNA technology and expression of recombinant proteins*
- 5. Know the applications of microorganisms in the production of biological products.*
- 6. Understand the importance of Microbiology in Industry.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à Microbiologia Industrial e suas áreas de aplicação.*
- 2. Estrutura da célula microbiana e sua função*
- 3. Taxonomia microbiana. Métodos de Identificação de microrganismos.*
- 4. Crescimento microbiano e nutrição. Métodos de determinação de biomassa. Cinética de crescimento microbiano.*
- 5. Agentes físicos e químicos no controlo de microrganismos. Antibióticos. Cinética de morte microbiana.*
- 6. Tecnologia de DNA recombinante. Enzimologia, vectores e hospedeiros. Clonagem de DNA e selecção de clones recombinantes*
- 7. Aplicações de microrganismos na indústria e medicina: fermentações, produção de antibióticos, aminoácidos e ácidos orgânicos, proteínas terapêuticas recombinantes, suplementos e aditivos alimentares, biorremediação e controlo da poluição aquática*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to Industrial Microbiology and its field of application.*
- 2. Structure of the microbial cell and its function*
- 3. Microbial taxonomy. Methods of Identification of microorganisms.*
- 4. Microbial growth and nutrition. Methods of determination of biomass. Microbial growth kinetics.*
- 5. Physical and chemical agents in the control of microorganisms. Antibiotics. Kinetics of microbial death.*
- 6. Recombinant DNA technology. Enzymology, vectors and hosts. DNA cloning and selection of recombinant clones.*

7. Applications of microorganisms in industry and medicine: fermentation, production of antibiotics, amino acids and organic acids, recombinant therapeutic proteins, food additives and supplements, bioremediation and control of aquatic pollution

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

Ao longo do programa são dadas a conhecer as áreas de aplicação da Microbiologia Industrial, os seus produtos e microrganismos com relevância na indústria e Medicina.

Os conteúdos programáticos no ponto 3. permitem aos alunos a compreensão da diversidade microbiana e dos diferentes métodos de identificação de microrganismos (obj. 3).

A leccionação dos pontos 2, 3, 4 e 5 facultam competências necessárias para a manipulação de microrganismos, análise e caracterização do crescimento e da morte microbiana (obj. 1 e 2).

Os conceitos do ponto 6. permitem aos alunos adquirirem conhecimentos sobre a tecnologia de DNA recombinante e a integração destes com os conteúdos do ponto 7 (obj. 4)

No ponto 7, são explorados alguns exemplos de processos microbiológicos industriais, para que os alunos tenham competências para responder a problemas concretos que envolvam a utilização de microrganismos e que conheçam a sua relevância em diferentes áreas, designadamente na indústria e na Medicina (obj. 5 e 6)

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

The syllabus covers applications of Industrial Microbiology in several areas of interest, its products and some microorganisms with relevance in industry and medicine.

Item 3. of the syllabus allows students to understand microbial diversity and provides an integrated overview of techniques used for microbial identification (goal 3).

The skills in items 2,3, 4 and 5 of the syllabus are vital to a solid understanding of microorganism growth and death, allowing students to attain goals 1 and 2.

Item 6. outlines recombinant DNA technology and improves student knowledge acquired in point 7 (goal 4).

Presentation of item 7. of the syllabus introduces to students some processes of industrial microbiology, allowing them to solve specific problems involving microorganisms and understand their impact on different areas, such as in industry and medicine (goals 5 and 6)

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas T e TP é utilizada uma metodologia expositiva e interactiva para a apresentação de conceitos. A exposição teórica é acompanhada de resolução de exercícios, vídeos de animação e perguntas de escolha múltipla visando a consolidação dos conhecimentos adquiridos. Nas aulas práticas laboratoriais são executados trabalhos experimentais no âmbito dos conteúdos desta UC sendo a sua frequência obrigatória.

A avaliação contínua engloba duas componentes, uma de avaliação laboratorial (AL) e outra de avaliação teórica (AT).

A avaliação laboratorial inclui as componentes de desempenho laboratorial, relatórios, apresentação e discussão dos trabalhos. A avaliação teórica consiste na realização de dois testes parciais (T1 e T2). $AL, T1 \text{ e } T2 \geq 7.5$. A nota final (NF): $NF = 0.3 \times AL + 0.7 \times (T1 + T2) / 2$. $NF \geq 9.5$.

A avaliação por exame engloba duas componentes, a avaliação laboratorial (AL) e uma componente de exame (EF). $NF = 0.3 \times AL + 0.7 \times EF$. $AL \text{ e } EF \geq 7.5$. $NF \geq 9.5$.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology focuses on the presentation of theoretical concepts during T and TP lessons. In order to consolidate the topics, practical exercises are solved as well as animation videos and multiple choice questions. In laboratory sessions experimental works are carried out within the scope of the contents of the curricular unit.

Attendance at laboratory sessions is compulsory.

Continuous evaluation includes two components, one of laboratory evaluation (LA) and another of theoretical evaluation (TA). The laboratory evaluation comprises laboratory performance, reports, presentation and discussion of the reports. Theoretical evaluation includes two written tests during the semester (T1 and T2). $LA, T1 \text{ and } T2 \geq 7.5$.

Final Grade (FG): $FG = 0.3 \times LA + 0.7 \times (T1 + T2) / 2$. $FG \geq 9.5$.

Exam evaluation embraces laboratory evaluation (LA) and a written final exam (FE). $FG = 0.3 \times LA + 0.7 \times FE$. $AL \text{ and } FE \geq 7.5$. $FG \geq 9.5$.

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

O conhecimento dos conceitos teóricos é adquirido em aulas interativas e através da realização de exercícios, análise de vídeos animados e perguntas de escolha múltipla. A exemplificação frequente com problemas práticos permite que os alunos percebam onde e como aplicar os conhecimentos adquiridos em situações da sua vida profissional futura. Esta unidade curricular tem também como objectivo facultar aos alunos um conjunto de competências específicas em trabalhos experimentais no âmbito da Microbiologia, designadamente no que respeita ao cultivo, controlo e identificação de microrganismos. A prática laboratorial permite assim a consolidação dos conhecimentos teóricos, o treino específico num laboratório de Microbiologia e o estímulo à análise crítica dos resultados obtidos apresentados na forma de relatórios científicos.

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

The knowledge of theoretical concepts is achieved in interactive lessons and by solving exercises as well as animation videos and multiple choice questions. The presentation of practical problems allows students to understand how to apply during their future professional lives the skills acquired. This course unit also aims to provide students with a set of specific skills in experimental work in Microbiology, in particular with regard to the isolation, cultivation, control and identification of microorganisms. The laboratory practice allows the

consolidation of theoretical knowledge, the specific training in a Microbiology laboratory and the encouragement to the critical analysis of the results presented as scientific reports

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Waites, M.J., Morgan, N.L., Rockey, J.S., Higon, G. "Industrial Microbiology: An Introduction", Blackwell science Ltd., 2001
2. Prescott, L.M., Harley, J.P., Klein, D.A., "Microbiology", Mc-Graw Hill, 7th. ed., 2008.
3. Ferreira, W.F.C., de Sousa, J.C.F., Lima, N., "Microbiologia", Lidel Edições Técnicas, 2010
4. Lima, N., Mota, M., "Biotecnologia: Fundamentos e Aplicações", Lidel Edições Técnicas, 2003.
5. Demain, A.L., Davies, J.E. (Eds), "Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology", ASM Press, 2nd. ed., 1999.
6. Okafor, N. "Modern Industrial Microbiology and Biotechnology", Science Publishers, 2007
7. Videira, A. " Engenharia Genética, Princípios e Aplicações", 2a edição (Edições Lidel), 2011.

Anexo II - Instalações, Serviços e Segurança

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Instalações, Serviços e Segurança

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Facilities, Services and Security

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

135 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

T - 45 h; TP - 22.5 h

9.4.1.6. ECTS:

5.0

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Optional

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

Jaime Filipe Borges Puna, 40.5 h

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

Feliz José Mil-Homens dos Santos, 19.5 h

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

Os alunos devem desenvolver competências na compreensão/utilização dos conceitos de utilidades químicas na indústria, identificando-as e dimensionando alguns equipamentos que visem ser usados como tal:

- 1) *Compreender a importância do uso de ar comprimido na indústria, dimensionando compressores;*
- 2) *Perceber a importância da utilização de ventiladores na indústria, identificar poluentes atmosféricos e quantificar a altura de uma chaminé;*
- 3) *Compreender a importância do tratamento de águas em caldeiras e perceber a utilização da água como utilidade em processos de refrigeração/aquecimento;*
- 4) *Perceber a importância da otimização energética na indústria, aproveitando o potencial entálpico de correntes de vapor, água, gases de combustão de caldeiras/fornalhas.*
- 5) *Saber implementar e programar planos de manutenção dos equipamentos fabris.*
- 6) *Perceber/aplicar as normas legais relativas à segurança e higiene industrial, bem como, na prevenção de acidentes industriais graves.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The students must develop competences in the comprehension/utilization of industrial chemical utilities, identifying them and, scaling some equipments to be used for those purposes. The students must have, also: 1) Understand the

importance of using compressed air at industry, scaling compressors; 2) Understand the importance of industrial fans utilization, identify atmospheric pollutants and quantify the height of a industrial chimney; 3) Understand the importance of water treatment in boilers and, realize the utilization of water as utility in cooling/heating processes; 4) Understand the importance of energetic optimization in industry, using the enthalpic potencial of vapour, water, exhaust gases of boilers/furnaces streams. 5) Know how to implement and schedule maintenance plans of industrial equipments. 6) Understand/apply the legal standards related to both industrial hygiene and safety, as well, in the prevention of serious industrial accidents.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) Definição/identificação de utilidades na indústria química (água, ar, vapor, gases, etc.).
- 2) Ar comprimido como utilidade: dimensionamento e aplicação de compressores na indústria; Ciclo de Carnot; Ar condicionado.
- 3) Ventilação na indústria e qualidade do ar interior: conceitos, aplicações industriais, identificação de poluentes e cálculo da altura de uma chaminé.
- 4) Água como utilidade em sistemas de aquecimento/refrigeração; caldeiras com/sem recuperação de calor; tratamento de águas em caldeiras.
- 5) Otimização energética na indústria; sistemas de aproveitamento de energia: cogeração e trigerção.
- 6) Manutenção de instalações/equipamentos; manutenção preventiva vs. manutenção curativa; elaboração de planos de manutenção.
- 7) Segurança industrial: objetivos, normas, perigos inerentes e planos de segurança; Equipamentos de Proteção Individual. Prevenção de riscos industriais graves: Instrumentos legais para a prevenção de riscos químicos (REACH e GHS). Diretivas SEVESO.

9.4.5. Syllabus:

- 1) Definition/identification of utilities in chemical industry (water, air, vapour, gases, etc.).
- 2) Compressed air as utility: scaling and application of compressors in industry; Carnot Cycle; Air Conditioning.
- 3) Ventilation in industry and interior air quality: concepts, industrial applications, pollutants identification and calculation of industrial chimney height.
- 4) Water as utility in heating/cooling systems; boilers with/without heat recovery; water treatment in boilers.
- 5) Industrial energetic optimization: energy exploitation systems: cogeneration and trigeneration.
- 6) Facilities/equipments maintenance; preventive maintenance vs. curative maintenance; development of maintenance plans.
- 7) Industrial safety: objectives, standards, inherent dangers and safety plans: Individual protection Equipments. Prevention of dangerous industrial risks: Legal instruments to prevent chemical risks (REACH and GHS). EVESO Directives.

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

Esta unidade curricular pretende proporcionar aos alunos a apreensão de conceitos teóricos e práticos fundamentais para o dimensionamento e correta operação de equipamentos industriais que funcionam como utilidades na indústria, como compressores, ventiladores, sistemas de aproveitamento de energia. O programa começa por realçar, no 1º e 2º itens, a importância dos fenómenos termodinâmicos de compressão/descompressão. No 3º item, falar-se-á dos sistemas de ventilação industriais, da qualidade do ar interior nas unidades industriais. Nos 4º e 5º itens, utiliza-se a aplicação de balanços materiais e entálpicos a unidades industriais, de modo a haver otimização energética. No 6º item, abordar-se-á a importância fulcral que a manutenção industrial. Finalmente, no 7º e último item, ensinar-se-á aos alunos sobre o papel determinante da segurança industrial nas unidades da indústria química, com destaque para as Indústrias SEVESO, assim com os regulamentos de segurança REACH.

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

This curricular unit aims to provide students with apprehension of theoretical and practical concepts fundamental to the dimension and correct operation of industrial equipment that function as utilities in the industry, such as compressors, fans, power use systems. The program begins by highlighting, in the 1st and 2nd items, an importance of thermodynamic compression/decompression phenomena. In the 3rd item, there will be talk of industrial ventilation systems, of the quality of indoor air in industrial units. In the 4th and 5th items, the application of material and engineering balance sheets to industrial units is used, in order to have energy optimization. In the 6th item, the key importance of industrial maintenance will be addressed. Finally, in the 7th and last item, students will be taught about the determining role of industrial safety in the chemical industry units, especially SEVESO Industries, as well as REACH safety regulations.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação durante o período letivo: 1) Realização de teste global (TG) de 3 horas de duração, com a classificação mínima para aprovação, de 9,5 valores; 2) Realização de 1 trabalho teórico-prático, ao longo do semestre, na forma de monografia (TP), em trabalho de grupo de alunos, que culminará na posterior apresentação e discussão do mesmo, perante os docentes, com a classificação mínima para aprovação de 9,5 valores; a classificação final (NF) será obtida pela seguinte expressão de cálculo: $NF = 0,70 \times TG + 0,30 \times TP$. Avaliação por exame: 1) Realização de exame final (E) de 3 horas, abrangendo toda a matéria, com a classificação mínima de 9,5 valores para aprovação. 2) Realização de 1 trabalho teórico-prático, ao longo do semestre, nas condições indicadas anteriormente (TP), com a classificação mínima para aprovação de 9,5 valores; a classificação final (NF) será obtida pela seguinte expressão de cálculo: $NF = 0,70 \times E + 0,30 \times TP$. O exame substituirá unicamente a realização do teste global.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Evaluation during the classes: 1 global test (TG), with 3 hours of duration, with a minimum classification of 9,5 val, for approval; 2) a monography work (TP) performing during the semester, performed by each small group of students, with a posterior presentation and discussion session, towards the teachers, with a minimum classification of 9,5 val, to obtain the approval. The final mark (NF) will be calculated by the following equation: $NF = 0,70 \times TG + 0,30 \times TP$. Exam evaluation: 1) Final exam (E) with 3 hours of duration, where all the subjects will be evaluated, with a minimum classification of 9,5 val, to get the approval; 2) a monography work (TP) in the same conditions quoted before, with a minimum classification of 9,5 val., to obtain the approval. The final mark will be calculated by this equation: $NF = 0,70 \times E + 0,30 \times TP$. The exam will replace only, the global test.

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

O exercício da engenharia é essencialmente prático na procura/execução de soluções para problemas conhecidos e/ou desconhecidos e, para o qual é necessário um profundo conhecimento científico, teórico e experimental, de apoio a essa mesma prática. Assim, o ensino da engenharia terá que ter sempre 2 componentes: a teoria científica, comprovada experimentalmente e, a prática de aplicação dessa mesma teoria, quer por execução de exercícios de cálculo, quer por aplicação dos resultados desses mesmos cálculos, quer ainda por execução de trabalhos laboratoriais relacionados com as matérias de aprendizagem. Desta forma as aulas desta unidade curricular apresentam duas componentes: teórica (T) e teórico-prática (T/P), sendo que, a primeira componente tem uma ponderação de 70% e a segunda, 30%, ambas com aprovação mínima de 10 valores, para que os alunos tenham não só tempo em sala de aula para apreender os conceitos teóricos, mas também tempo de os aplicar, praticar e discutir em tempo real, os resultados com colegas e com o docente. No total, o somatório da componente teórica (T) corresponde a 2/3 do tempo total de aulas, enquanto que, a componente teórico-prática (T/P) corresponde aos restantes 1/3. Ainda na componente teórico-prática, os alunos irão desenvolver um trabalho de grupo, sobre um determinado caso concreto que reflete a realidade industrial, onde cada grupo de alunos irá desenvolver e elaborar um adequado plano de manutenção dos seus equipamentos num determinado horizonte temporal, planeando adequadamente as tarefas a serem executadas, através de metodologias correntemente utilizadas e eficientes. As aulas serão dadas em blocos de 1,5h e, os horários e horas semanais serão adaptados e adequados à matéria a ser lecionada e às necessidades variáveis entre teoria e prática, ou seja, o balanço semanal de horas em sala entre T e T/P é variável conforme a dificuldade das matérias, as necessidades de apreensão dos alunos e a proximidade dos períodos de avaliação.

As aulas teóricas são dadas com recurso a meios informáticos de projeção de modo a que seja facilitada a projeção de figuras e tabelas. As projeções são acompanhadas com explicação verbal e escrita complementar no quadro. Os alunos são desafiados à participação e a aula é interrompida sempre que haja dúvidas de modo a que sejam resolvidas de imediato. As aulas teórico-práticas envolvem a execução de exercícios de aplicação onde será colocado aos alunos o desafio na procura de soluções para um problema ou, em fase de projeto industrial, dimensionando adequadamente os equipamentos de utilidades químicas industriais. O trabalho será posteriormente apresentado e discutido perante o(s) docente(s) desta unidade curricular. O trabalho é entregue nos formatos de texto e digital.

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

The exercise of engineering is essentially practical for the search/execution of solutions to know and/or unknown problems, which implies a deep scientific knowledge, theoretical and experimental to support that same practical. So, the engineering teaching will have always two components: the scientific theory, checked experimentally and, the practice, which will apply that theory, through the resolution of calculation exercises or, through the application of the results obtained from those same calculation exercises, as well, also, through the execution of lab experimental works related with those theoretical concepts learned. For that reason, the classes of this curricular unit present two pedagogic components: theory (T) and theoretical-practice (T/P), and, the first component has a ponderation percentage of 70% and, the second one, has the remaining 30%, both with a minimum classification of 10 points to get the approval on this curricular unit. The purpose is to give time to the student's not only to learn the theoretical concepts, but also, to apply them, practice and discuss in real time, the correspondent results with colleagues and with the teacher. The sum of (T) classes corresponds to 2/3 of total time and, the (T/P) component corresponds to the remaining 1/3. Still, in the (T/P) component classes, the student's will develop a team work, about a specific and concrete case, where each team will elaborate and schedule a suitable maintenance plan of several equipment's existed in a specific industrial unit, planning wisely the several tasks to be performed, through currently and efficiently methodologies used. The classes will be given in groups of 1,5 h and, the timetables and week hours will be adapted to the theoretical concepts, in a week basis, depending the difficulty and necessities of comprehension by the student's and, also, depending from the proximity of evaluation periods. The theoretical classes will be given with projection informatic means, to facilitate the presentation of figures and tables. The projections will be accompanied with oral explication, as well, complementary written explication on the board. The (T/P) classes involve the execution of application exercises and, the student's will be challenged to search correct solutions for a specific problem, scaling wisely, the equipment's for industrial chemical utilities. The team work will be presented and discussed toward the teacher(s) of this curricular unit. This work will be delivered in the text and digital formats.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- [1] R. Welker, C. Springle, *The Centre for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers*, N.Y., 1990.
- [2] S. Miguel, *Manual de Higiene e Segurança no Trabalho*, Porto Editora, 1995
- [3] M.E. Brumbach, J.A. Clade, *Industrial Maintenance*, 2nd ed., Delmar Cengage Learning, 2013
- [4] P. Sabet., *Industrial Steam Systems: Fundamentals and Best Design Practices*, CRC Press, 2015
- [5] K. Rayaprolu, *Boilers: A practical reference*, CRC Press, 2012
- [6] R. Rademacher, Y. Huang, *Vapour Compressor, Heat Pumps with Refrigerant Mixtures*, CRC Press, 2005

[7] V. Kanapathy, *Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators: Design, Applications and Calculations*, CRC Press, 2002

[8] H. Goodfellow, E. Tähti, *Industrial Ventilation Guided Book*, Elsevier Inc., 2001

Anexo II - Física Estatística Computacional

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física Estatística Computacional

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Statistical Physics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP: 67,5; OT: 5

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Opcional

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

Pedro Manuel Alves Patrício da Silva, 67,5 h

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):

- 1. Saber aplicar os conceitos fundamentais da mecânica clássica a sistemas com um grande número de partículas. Compreender a relação entre as grandezas estatísticas destes sistemas e as grandezas termodinâmicas fundamentais, como a temperatura e a entropia.*
- 2. Compreender as leis e conceitos fundamentais da física estatística, com particular destaque para a distribuição de Boltzmann. Saber aplicar os conceitos da física estatística a problemas de índole geral, como o problema do caixeiro viajante, o movimento dos fluidos, a econo- e socio-física, etc.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. To be able to apply the fundamental concepts of classical mechanics to systems with a large number of particles. To understand the relation between the statistical quantities of these systems and the fundamental thermodynamical concepts, such as temperature and entropy.*
- 2. To know the fundamental laws and ideas from statistical physics, with particular emphasis to Boltzmann distribution. To be able to apply these notions to problems of general nature, such as the traveling salesman problem, the motion of fluids, econo- and socio-physics, etc.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Física Estatística do Equilíbrio*
 - Relação entre a termodinâmica e a estatística*
 - Temperatura e entropia*
 - Distribuição de Boltzmann e distribuição de Maxwell*
 - Transições de fase, pontos críticos, classes de universalidade*
 - Modelo de Ising. Método de Metropolis*
 - Aplicações: métodos de minimização para problemas com múltiplos mínimos*

2. Física Estatística Fora do equilíbrio

Sistemas perto do equilíbrio. Sistemas em movimento

- Equação de Boltzmann e de Lattice Boltzmann, dinâmica de fluidos computacional
 - Movimento Browniano, Equação de Langevin, eventos raros
- Sistemas longe do equilíbrio. Sistemas dissipativos e activos
- Lei de Pareto e criticalidade auto-organizada
 - Redes complexas. Mundos pequenos
 - Modelos de propagação e de evolução
 - Aplicações: Econofísica e Sociofísica

9.4.5. Syllabus:

1. Statistical Physics of Equilibrium

- Relationship between thermodynamics and statistics
- Temperature and Entropy
- Boltzmann distribution and Maxwell distribution
- Phase transitions, critical points, universality classes
- Ising model. Method of Metropolis
- Applications: Methods of minimization for problems with multiple minima

2. Statistical Physics Out of Equilibrium

Systems close to equilibrium. Systems in motion

- Boltzmann and Lattice Boltzmann Equation, Computational Fluid Dynamics
- Brownian Motion, Langevin Equation, rare Events

Systems far from equilibrium. Dissipative and Active systems

- Pareto's law and self-organized criticality
- Complex networks. Small world networks
- Models of propagation and evolution
- Applications: Econophysics and Sociophysics

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

Os vários pontos ou capítulos dos conteúdos programáticos correspondem aos conceitos fundamentais a adquirir referidos nos objectivos da unidade curricular.

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

The chapters of the syllabus correspond to the fundamental concepts referred in the objectives of the curricular unit.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Leccionação de aulas teóricas e aulas teórico-práticas. Durante as aulas teórico-práticas serão propostos alguns problemas numéricos para resolver através da implementação dum código em java, matlab, c++, fortran, ou outra ferramenta de programação. Os alunos devem utilizar estas aulas para iniciar os seus códigos, e tirar dúvidas sobre a correcta implementação dos algoritmos numéricos necessários para resolver os problemas propostos. A avaliação de conhecimentos é realizada a partir da elaboração de dois trabalhos numéricos, um mais simples e imediato, outro ligeiramente mais elaborado, e ainda de um exame final escrito, abrangendo toda a matéria, com a duração de 2,5 horas, em qualquer das duas épocas de exame previstas no calendário escolar. Cada um dos trabalhos numéricos valerá 25% da nota final, enquanto que o exame final valerá os restantes 50%.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and practical sessions. During the practical sessions, it will be proposed some numerical problems to solve by implementing a code in java, matlab, c ++, fortran, or another programming tool. Students should use these sessions to initiate their codes, and ask questions about the correct implementation of the necessary numerical algorithms to solve the proposed problems.

The assessment is carried out from two numerical works, a simpler and more immediate, another one slightly more elaborate, and a final written exam, covering the whole program, lasting 2.5 hours, in any one of the two examination periods in the school calendar. Each numerical work corresponds to 25% of the final grade, while the final exam corresponds to the remaining 50%.

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

Os exames medem a aquisição dos conceitos fundamentais dados na unidade curricular. Os trabalhos numéricos permitem a aquisição prática destes conceitos fundamentais.

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

The exams measure the acquisition of the fundamental concepts given in the curricular unit. The numerical projects allow the practical acquisition of these fundamental concepts.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Patrício, P., slides da unidade curricular de "Física Estatística Computacional", disponibilizados no moodle.
2. Teixeira, P.I.C. e Casquilho, J.P., "Introdução à Física Estatística", IST Press, 2011.
3. Ball, P., "Massa Crítica. O modo como uma coisa conduz a outra", Gradiva, 2009.

4. Thijssen, J., "Computational Physics", Cambridge University Press, 2007.

5. Succi, S., "The Lattice Boltzmann Equation for Fluid Dynamics and Beyond", Oxford University Press, 2001.

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>