

NCE/19/1900024 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade Nova De Lisboa

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

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)

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

Faculdade De Ciências Médicas (UNL)

Instituto De Higiene E Medicina Tropical

Instituto De Tecnologia Química E Biológica António Xavier (UNL)

Instituto Superior De Estatística E Gestão De Informação

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Biologia Computacional e Bioinformática

1.3. Study programme:

Computational Biology and Bioinformatics

1.4. Grau:

Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Biologia Computacional

1.5. Main scientific area of the study programme:

Computational Biology

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

420

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

480

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

460

1.7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:

120

1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto):

2 anos

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):

2 years

1.9. Número máximo de admissões:*40***1.10. Condições específicas de ingresso.***Licenciados nas áreas da Biologia, Bioquímica, Biotecnologia ou similar ; licenciados noutras áreas poderão também ser admitidos mediante aprovação e condições estabelecidas pela Comissão Científica do ciclo de estudos.***1.10. Specific entry requirements.***Bachelor's degree holders in the areas of Biology, Biochemistry, Biotechnology or similar.; bachelor degree holders from other scientific areas may also be admitted subject to approval and under conditions determined by the Scientific Committee of the study programme.***1.11. Regime de funcionamento.***Diurno***1.11.1. Se outro, especifique:***n.a.***1.11.1. If other, specify:***n.a.***1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:***Faculdade De Ciências e Tecnologia (FCT NOVA)
Instituto de Tecnologia Química e Biológica António Xavier (ITQB NOVA)
NOVA Information Management School (NOVA IMS)
NOVA Medical School (NOVA MS)
IHMT NOVA***1.12. Premises where the study programme will be lectured:***Faculdade De Ciências e Tecnologia (FCT NOVA)
Instituto de Tecnologia Química e Biológica António Xavier (ITQB NOVA)
NOVA Information Management School (NOVA IMS)
NOVA Medical School (NOVA MS)
IHMT NOVA***1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):**[1.13._11.2 RegCredComp_DR_16junho2016.pdf](#)**1.14. Observações:***n.a.***1.14. Observations:***n.a.*

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

2.1.1. Órgão ouvido:*Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores***2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**[2.1.2._Despacho_Senhor_Reitor_M BCB_7-10-2019.pdf](#)**Mapa I - Conselho Científico da FCT NOVA**

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCT NOVA

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

[2.1.2._Ata do CC MBCBI.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da FCT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FCT NOVA

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

[2.1.2._Ata do CP MBCBI.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico do ITQB NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico do ITQB NOVA

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

[2.1.2._ITQB_Parecer CC_MBCB.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico do ITQB NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico do ITQB NOVA

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

[2.1.2._ITQB_Parecer CP_MBCB.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico da NOVA MS

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da NOVA MS

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

[2.1.2._NMS_Parecer CC_MBCB.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico do IHMT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico do IHMT NOVA

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

[2.1.2._IHMT_Parecer CC_MBCB.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico do IHMT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico do IHMT NOVA

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

[2.1.2._IHMT_Parecer CP_MBCB.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico NOVA IMS

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico NOVA IMS

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

[2.1.2._NOVA IMS_Parecer_CC_NOVA IMS.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico NOVA IMS

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico NOVA IMS

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

[2.1.2._NOVA IMS_Parecer_CP_NOVA IMS.pdf](#)

3. Âmbito e objetivos do ciclo de estudos. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O Mestrado em Biologia Computacional e Bioinformática (MBCBI) pretende formar profissionais com competências sólidas em áreas científicas de interface entre a Informática e as Ciências da Vida, desenvolvendo especificamente aptidões nas áreas de modelação/simulação e de análise de dados biológicos, que são da maior relevância atualmente para áreas como a Biotecnologia e a Biomedicina. Adicionalmente, os estudantes terão também uma formação sólida em programação, métodos de inteligência artificial e Ciência de Dados, que lhes possibilitará aplicar estas metodologias em diferentes áreas.

3.1. The study programme's generic objectives:

The MSc in Computational Biology and Bioinformatics (MCBBI) aims at training professionals to be proficient in the interface between Information Technology and Life Sciences, and are thus capable of undertaking biological modelling/simulation work and analysis of large biological datasets, of great relevance to areas like Biotechnology and Biomedicine. Additionally, students will receive solid training in programming, artificial intelligence methods and data science, which will enable them to apply these methodologies in different fields.

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

O Mestrado em Biologia Computacional e Bioinformática pretende preparar os estudantes para um excelente desempenho numa área transdisciplinar considerada da maior importância na Biologia moderna e na qual existe manifesta escassez de oferta formativa e, consequentemente, de profissionais qualificados. As competências dos Diplomados serão:

- *Conhecimentos aprofundados em áreas da Biologia Computacional e Bioinformática contempladas nos dois perfis propostos;*
- *Domínio de métodos computacionais, incluindo técnicas de programação, ciência de dados e inteligência artificial;*
- *Proficiência na construção de pipelines para análise de dados biológicos;*
- *Excelente capacidade para emitir opiniões fundamentadas no campo da Biologia Computacional e de se comunicar com públicos de diferentes níveis de especialização;*
- *Competências avançadas de análise, planeamento e trabalho em equipa.*

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

The MSc in Computational Biology and Bioinformatics aims to prepare students for an excellent performance in a trans-disciplinary area considered of the highest importance in modern biology and in which there is manifest shortage of educational offer and consequently of qualified professionals. The skills acquired by the graduates will be mainly:

- *In-depth knowledge in areas of Computational Biology and Bioinformatics contemplated in the two proposed branches;*
- *Proficiency in computational methods, including programming methods, data science and artificial intelligence techniques;*
- *Proficiency in the construction of pipelines for biological data analysis;*
- *Excellent ability to issue informed opinions in the field of Computational Biology and to communicate with audiences with different levels of expertise;*
- *Advanced analytical, planning and teamwork skills.*

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

Historicamente, a Universidade NOVA tem vindo a oferecer cursos inovadores que procuram responder de forma atempada e estratégica a necessidades formativas resultantes de desenvolvimentos científicos e tecnológicos emergentes.

O Mestrado agora proposto (MBCBI) está totalmente alinhado com esta estratégia e tem, além disso, um carácter interdisciplinar acentuado. As duas principais áreas que convergem no MBCBI, Biologia e Informática, são áreas científicas de excelência nas Unidades Orgânicas Universitárias da NOVA que contribuem para esta proposta. Ambos os ramos propostos para este Mestrado pretendem que os estudantes adquiram competências sólidas, que podem ser utilizadas para fazer o melhor uso possível das quantidades crescentes de dados biológicos, a maioria dos quais está disponível no domínio público. Mais especificamente, essas competências contribuirão para trazer inovação em diferentes áreas da Biomedicina, como a descoberta de medicamentos, a otimização de esquemas de tratamento ou Medicina Personalizada, e apoio ao projeto e otimização de Processos Biotecnológicos. A ligação com a área da Saúde será ainda consubstanciada pela oferta de um conjunto de Unidades Curriculares (UC) eletivas, já a funcionar no contexto de outro Mestrado na área de Biomedicina, que poderão ser frequentadas por estudantes de ambos os ramos.

No ramo “Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde” pretende-se capacitar os estudantes para extrair informação

de grandes conjuntos de dados resultantes da análise da célula como um todo, tornada possível pelo advento das tecnologias high throughput em Biologia, coletivamente designadas por “Multi-Ómicas”. A enorme quantidade de dados daí resultante reúne informação sobre a totalidade dos genes existentes, ou da sua expressão numa célula, bem como sobre todas as proteínas e metabolitos presentes em determinadas condições. Os exemplos concretos trabalhados nas UC específicas deste perfil estarão relacionados com a área da Biomedicina, incluindo o tratamento e diagnóstico do cancro e o envelhecimento.

No ramo “Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde”, os estudantes receberão formação voltada para técnicas de simulação nos níveis molecular, celular e de organismos, abrangendo áreas que vão da biofísica computacional à biologia de sistemas. As ferramentas computacionais abrangem construção e extração de bases de dados, integração de equações diferenciais ordinárias, representações e análises teóricas de gráficos, simulação estocástica, bem como otimização utilizando algoritmos bio-inspirados. Os problemas biológicos a serem abordados incluem a análise detalhada e desenho e a otimização de sistemas biológicos, incluindo as áreas de análise e engenharia de proteínas, biologia sintética e engenharia metabólica, visando o aprofundamento do conhecimento de sistemas de elevada relevância biológica, a produção de uma variedade de compostos úteis, bem como a identificação e otimização de alvos para fármacos.

3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:

NOVA University has historically offered innovative study programmes that seek to address in a timely and strategic way, the educational needs associated with emerging scientific and technological areas. The MSc now proposed (MCBBI) is fully in line with this strategy and it has moreover a marked inter-disciplinary character. The two main areas that converge in the MCBBI programme, Biology and Informatics, are scientific areas of excellence at the NOVA University Organic Units (OUs) that contribute to this proposal. Both branches proposed for this MSc aim for the students to acquire solid skills that can be utilized to make the best possible use of the increasing amounts of biological data, most of which is available in the public domain. More specifically, these skills may contribute to bring innovation in different areas of Biomedicine, such as drug discovery, optimization of treatment schemes or Personalized Medicine, and to aid in the design and optimization of biotechnological processes.

In the “Multi-Omics for Life and Health Sciences” branch, students will be taught to extract and integrate information from large datasets resulting from the analysis of the cell as a whole, made possible by the advent of high throughput technologies in Biology, collectively called “Multi-Omics”. The enormous amount of data flowing from high throughput platforms, provide information on all genes in a cell, as well as on all proteins and metabolites present under certain conditions. The applications studied in the specific CUs of this profile will often focus on Health-related issues, including the treatment and diagnosis of cancer and age-related illnesses. The link of this profile to Health will be further supported by offering the students the possibility to follow a set of elective, already existing, CUs in the area of Biomedicine.

In the “BioSystems Simulation for Life and Health Sciences” branch, students will be offered training focusing on simulation techniques at the molecular, cellular and organism levels, covering fields ranging from computational biophysics to systems biology. The computational tools include construction and mining of databases, integration of ordinary differential equations, graph theoretical representations and analysis, stochastic simulation, as well as optimization using bio-inspired algorithms. The biological problems to be addressed include the detailed study and the design and optimization of biological systems, including the areas of protein analysis and engineering, synthetic biology and metabolic engineering. The main aim is to advance the knowledge on biologically relevant systems and target the production of a variety of useful compounds, as well as the fields of drug target identification and optimization in the field of biomedical research.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura:

Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde

Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde

Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:

Multi-Omics for Life and Health Sciences

Biosystems Simulation for Life and Health Sciences

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

Mapa II - Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde

4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):*Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde***4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Multi-Omics for Life and Health Sciences***4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Biologia Computacional/Computational Biology	Biol Comp	78	0	0
Informática/Informatics	I	15	0	0
Matemática/Mathematics	M	6	0	0
Biologia/Biology	B	6	0	0
Complementary Skills /Computational Biology/ Informatics/Mathematics/Biology/Biochemistry	CC / Biol Comp / I / M / B / Bq	0	15	
(5 Items)		105	15	

Mapa II - Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde**4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde***4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Biosystems Simulation for Life and Health Sciences***4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Biologia Computacional/Computational Biology	Biol Comp	78	0	0
Informática/Informatics	Inf	21	0	0
Matemática/Mathematics	M	6	0	0
Complementary Skills /Computational Biology/ Informatics/Mathematics/Biology/Biochemistry	CC / Biol Comp / I / M / B / Bq	0	15	0
(4 Items)		105	15	

4.3 Plano de estudos**Mapa III - Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde - 1ºano/1º semestre/1st year/1st semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Multi-Omics for Life and Health Sciences***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1ºano/1º semestre/1st year/1st semester***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific	Duração / Duration	Horas Trabalho / Working	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Observações / Observations (5)
--------------------------------------	------------------------------	--------------------	--------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

	Area (1)	(2)	Hours (3)			
Programação Avançada para Biologia/Advanced Programming for Biology	I	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	
Algoritmos e Estruturas de Dados para Bioinformática/Algorithms and Data Structures for Bioinformatics	I	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:28	6	
Estatística Aplicada à Biologia/Statistics for Biology	M	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	
Fundamentos de Biologia Computacional/ Fundamentals of Computational Biology	Biol Comp	Semestral/ Semester	168	T:21; TP:36	6	
Opção A/Elective A	Biol Comp, M, B, CC	Semestral/ Semester	168	Depende da UC escolhida/Depends on the chosen CU	6	Optativa/Optional; Observação a)
(5 Items)						

Mapa III - Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde - 1º Ano /1º Semestre - Grupo de Opções A

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

Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde

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

Multi-Omics for Life and Health Sciences

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º Ano /1º Semestre - Grupo de Opções A

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Perspetivas em Biologia Computacional/Perspectives in Computational Biology	Biol Comp	Semestral/ Semester	84	T:14; TP:14	3	Optativa / Optional
Estatística Multivariada/Multivariate Statistics	M	Semestral/ Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Lesão e Morte Celular/Cell Death and Lesion	B	Semestral/ Semester	84	T: 10,5; PL: 21	3	Optativa / Optional
Nanomedicina/Nanomedicine	B	Semestral/ Semester	84	TP: 17,5; S:6	3	Optativa / Optional
Empreendedorismo/Entrepreneurship	CC	Semestral/ Semester	80	TP: 45	3	Optativa / Optional
Descoberta, Design e Desenvolvimento de Fármacos/Drug Discovery, Design and Development	Bq	Semestral/ Semester	80	T:20, TP: 8	3	Optativa / Optional
(6 Items)						

Mapa III - Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde - 1ºano/2º semestre

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

Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde

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

Multi-Omics for Life and Health Sciences

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1ºano/2º semestre

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Técnicas de Inteligência Artificial para Biologia/Artificial Intelligence Techniques for Biology		Semestral/Semester	84	T:14; PL:12	3	
Métodos Computacionais em Multi-Ómicas/Applied Computational Multi-Omics	Biol Comp	Semestral/Semester	168	T:21; PL:42	6	
Modulação da Expressão Genética/Gene Expression Modulation	B	Semestral/Semester	168	TP: 64	6	
Genómica Evolutiva Avançada/Advanced Evolutionary Genomics	Biol Comp	Semestral/Semester	84	T:11; TP:18	3	
Tópicos Avançados de Proteómica e Metabolómica/Advanced Proteomics and Metabolomics	Biol Comp	Semestral/Semester	84	T: 22; PL: 7	3	
Opção B/Elective B	Biol Comp / I / CC / M / B / Bq	Semestral/Semester	252	Depende da UC escolhida/Depends on the chosen CU	9	Optativa/Optional; Observação b)

(6 Items)**Mapa III - Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde - 1º Ano /2º Semestre - Grupo de Opções B****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Multi-Omics for Life and Health Sciences***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano /2º Semestre - Grupo de Opções B***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto em Multi-Ómicas/Project in Multi-Omics	Biol Comp	Semestral/Semester	168	OT:40	6	Optativa / Optional
Métodos Bayesianos/Bayesian Methods	M	Semestral/Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Imunologia Molecular/Molecular Immunology	B	Semestral/Semester	84	T:14; TP:14	3	Optativa / Optional
Genética Humana e Oncobiologia/Human Genetics and Oncobiology	B	Semestral/Semester	168	T: 21; OT: 5; TP: 10	6	Optativa / Optional
Biomedicina Molecular/Molecular Biomedicine	B	Semestral/Semester	84	TP: 40; OT: 10	3	Optativa / Optional
Neurobiologia da Doença/Neurobiology and Disease	B	Semestral/Semester	84	T: 10,5; TP: 14	3	Optativa / Optional
Bioquímica Estrutural/Structural Biochemistry	Bq	Semestral/Semester	168	T: 28; TP: 14; PL:14; S: 10; OT:5	6	Optativa / Optional
Biologia de Sistemas/Systems Biology	Biol Comp	Semestral/Semester	168	T: 28; PL: 42	6	Optativa / Optional
Simulação Biomolecular/Biomolecular Simulation	Biol Comp	Semestral/Semester	168	T: 26; PL: 33	6	Optativa / Optional
Inteligência Computacional para a Otimização em Bioinformática/Computational intelligence for Optimization in Bioinformatics	I	Semestral/Semester	84	T: 14; PL: 14	3	Optativa / Optional
Desenvolvimento de Bases de Dados e Aplicações para Biologia/Database Development and Applications in Biology	I	Semestral/Semester	84	T: 14; PL: 14	3	Optativa / Optional
Visualização e Análise de Dados/Visualization and Data Analytics	I	Semestral/Semester	168	T: 28; PL: 28	6	Optativa / Optional

(12 Items)

Mapa III - Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde - 2º ano / 2nd year**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Multi-Omics for Life and Health Sciences***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º ano / 2nd year***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Biologia Computacional e Bioinformática/Dissertation in Computational Biology or Bioinformatics	Biol Comp	Anual/Annual	1680	OT:56	60	

(1 Item)

Mapa III - Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde - 1ºano/1º semestre**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Biosystems Simulation for Life and Health Sciences***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1ºano/1º semestre***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Programação Avançada para Biologia/Advanced Programming for Biology	I	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	
Algoritmos e Estruturas de Dados para Bioinformática/Algorithms and Data Structures for Bioinformatics	I	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:28	6	
Estatística Aplicada à Biologia/Statistics for Biology	M	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	
Fundamentos de Biologia Computacional/ Fundamentals of Computational Biology	Biol Comp	Semestral/ Semester	168	T:21; TP:36	6	
Opção A/Elective A	Biol Comp, M, B, CC	Semestral/ Semester	168	Depende da UC escolhida/Depends on the chosen CU	6	Optativa/Optional; Observação a)

(5 Items)

Mapa III - Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde - 1º Ano /1º Semestre - Grupo de Opções A**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Biosystems Simulation for Life and Health Sciences***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano /1º Semestre - Grupo de Opções A***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Perspetivas em Biologia Computacional/Perspectives in Computational Biology	Biol Comp	Semestral/ Semester	84	T:14; TP:14	3	Optativa / Optional
Estatística Multivariada/Multivariate Statistics	M	Semestral/ Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Lesão e Morte Celular/Cell Death and Lesion	B	Semestral/ Semester	84	T: 10,5; PL: 21	3	Optativa / Optional
Nanomedicina/Nanomedicine	B	Semestral/ Semester	84	TP: 17,5; S:6	3	Optativa / Optional
Empreendedorismo/Entrepreneurship	CC	Semestral/ Semester	80	TP: 45	3	Optativa / Optional
Descoberta, Design e Desenvolvimento de Fármacos/Drug Discovery, Design and Development	Bq	Semestral/ Semester	80	T:20, TP: 8	3	Optativa / Optional
(6 Items)						

Mapa III - Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde - 1ºano/2º semestre**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Biosystems Simulation for Life and Health Sciences***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1ºano/2º semestre***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Técnicas de Inteligência Artificial para Biologia/Artificial Intelligence Techniques for Biology	I	Semestral/ Semester	84	T:14; PL:12	3	
Biologia de Sistemas/Systems Biology	Biol Comp	Semestral/ Semester	168	T: 28; PL: 42	6	
Simulação Biomolecular/Biomolecular Simulations	Biol Comp	Semestral/ Semester	168	T: 26; PL: 33	6	
Inteligência Computacional para a Otimização em Bioinformática/Computational intelligence for Optimization in Bioinformatics	I	Semestral/ Semester	84	T: 14; PL: 14	3	
Desenvolvimento de Bases de Dados e Aplicações para Biologia/Database Development and Applications in Biology	I	Semestral/ Semester	84	T: 14; PL: 14	3	
Opção B/Electives B	Biol Comp, M, B, CC, I	Semestral/ Semester	252	Depende da UC escolhida/Depends on the chosen CU	9	Optativa/Optional; Observações b)

(6 Items)

Mapa III - Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde - 1º Ano /2º Semestre - Grupo de Opções B**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Biosystems Simulation for Life and Health Sciences***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano /2º Semestre - Grupo de Opções B***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto em Simulação/Project in Simulation	Biol Comp	Semestral/ Semester	168	OT: 40	6	Optativa / Optional
Métodos Bayesianos/Bayesian Methods	M	Semestral/ Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Imunologia Molecular/Molecular Immunology	B	Semestral/ Semester	84	T: 20; TP: 4; S: 4	3	Optativa / Optional
Genética Humana e Oncobiologia/Human Genetics and Oncobiology	B	Semestral/ Semester	168	T: 21; OT: 5; TP: 10	6	Optativa / Optional
Biomedicina Molecular/Molecular Biomedicine	B	Semestral/ Semester	84	TP: 40; OT: 10	3	Optativa / Optional
Neurobiologia da Doença/Neurobiology and Disease	B	Semestral/ Semester	84	T: 10,5; TP: 14	3	Optativa / Optional
Bioquímica Estrutural/Structural Biochemistry	Bq	Semestral/ Semester	168	T: 28; TP: 14; PL:14; S: 10; OT:5	6	Optativa / Optional
Métodos Computacionais em Multi-Ómicas/Applied Computational Multi-Omics	Biol Comp	Semestral/ Semester	168	T: 21; PL: 42	6	Optativa / Optional
Modulação da Expressão Genética/Gene Expression Modulation	B	Semestral/ Semester	168	TP: 64	6	Optativa / Optional
Genómica Evolutiva Avançada/Advanced Evolutionary Genomics	Biol Comp	Semestral/ Semester	84	T: 11; TP: 18	3	Optativa / Optional
Tópicos Avançados de Proteómica e Metabolómica/Advanced Proteomics and Metabolomics	Biol Comp	Semestral/ Semester	84	T: 22; PL: 7	3	Optativa / Optional
Visualização e Análise de Dados/Visualization and Data Analytics	I	Semestral/ Semester	168	T: 28; PL: 28	6	Optativa / Optional

(12 Items)

Mapa III - Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde - 2º ano**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Simulação de Biosistemas para as Ciências da Vida e da Saúde***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Biosystems Simulation for Life and Health Sciences***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º ano***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Biologia Computacional e Bioinformática/Dissertation in Computational Biology or Bioinformatics (1 Item)	Biol Comp	Anual/Annual	1680	OT:56	60	

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Programação Avançada para Biologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programação Avançada para Biologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Programming for Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Obrigatório

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Carla Ferreira (T:28; PL:20)

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

Carmen Morgado (PL:22)

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

Saber: algoritmia e complexidade; as construções do fragmento coberto de Python; construir uma aplicação no fragmento a partir de uma especificação informal, com a metodologia definida; os componentes e ferramentas básicas de um ambiente de desenvolvimento de software e sua função. Seleção de componentes de algoritmos básicos em biologia computacional e bioinformática.

Fazer: desenvolver programas de pequena/média dimensão, segundo certas convenções; desenvolver algoritmos simples; entender código escrito no fragmento coberto de Python; utilizar ferramentas de programação e interpretar os seus resultados; realizar, em grupo, um mini-projecto de desenvolvimento de software, integrando competências.

Desenvolver: hábitos de trabalho, individuais e em grupo, e de cumprimento de prazos; preocupação com a organização, o rigor e a execução de planos de trabalho.

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

Knowledge: The meaning of programming constructs for the Python language fragment covered in the course; How to build a small application using the methodology defined in this course; Know the components and basic tools of a software development environment and their role. Selection of basic building blocks for algorithms in computational biology and bioinformatics.

Know-how: Develop well-organized, small-sized, programs, following a set of standards; Project and write correctly simple algorithms; Read, explain, and mentally simulate functionality of Python code fragments; Correctly use, to the expected level, of programming tools, as well as interpret their results; Develop as a team, a software development mini-project, using the skills acquired in this course.

Soft-Skills: Develop disciplined work and deadline meeting skills; Develop a concern with rigour and systematic execution of work plans, following previously defined methods; Develop team work skills.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução às linguagens de programação; 2. Noções básicas de Python; 3. Variáveis e tipos de dados; 4. Legibilidade de código; 5. Metodologias de programação; 6. Estruturas de controle; 7. estruturas de repetição; 8. Funções e módulos; 9. Strings; 10. Leitura e gravação de dados em armazenamento persistente; 11. Estruturas de dados básicas: arrays, listas, dicionários, tuplos; 12. Algoritmos básicos: ordenação e procura dicotómica, percursos de dicionários; 13. Design e estrutura de programação; 14: Bibliotecas para manipulação e visualização de dados. 15. Seleção de algoritmos científicos fundamentais relevantes à área do curso (biologia).

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction to programming languages; 2. Python basics; 3. Variables and data types; 4. Code readability; 5. Programming methodologies; 6. Control structures; 7. Repetition structures; 8. Functions and modules; 9. Strings; 10. Reading and writing data in persistent storage; 11. Basic data structures: arrays, lists, dictionaries, tuples; 12. Basic algorithms: sorting and dichotomic search, dictionaries traversals; 13. Programming structure and design; 14: Libraries for data handling and visualization. 15. Selection of fundamental scientific algorithms relevant for the area of the program (biology).

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

O programa inclui os conceitos fundamentais que permitem perceber as características da linguagem Python e perceber como se deve usar essa linguagem para desenvolver pequenos programas com sucesso.

As questões da qualidade do código e das metodologias de programação são apresentadas isoladamente no programa.

No entanto, são questões que se destinam a ser discutidas ao longo da disciplina, começando logo a ser introduzidas nas primeiras aulas teóricas e ser usadas nas primeiras aulas práticas.

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

The syllabus includes the fundamental concepts that support the understanding of the Python language and the understanding of how to use this language to successfully develop small programs.

The issues of code quality and of programming methodologies are shown separately on the course syllabus. However, these are issues that are to be discussed during the course, starting from the first lectures.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta cadeira tem um forte caráter aplicado e a nota final depende da capacidade de resolver problemas de programação práticos usando a linguagem Python.

Nas aulas teóricas, os conceitos fundamentais da cadeira são transmitidos, exemplificados e discutidos. Nas aulas práticas, os estudantes resolvem pequenos problemas onde aplicam os conceitos e técnicas estudados. Parte desses problemas estarão disponíveis num sistema de avaliação automática de programas (Mooshak).

O projeto final da cadeira é realizado parcialmente nas aulas práticas e parcialmente fora das aulas. O projeto final é importante pois destina-se a sedimentar tudo o que se aprendeu ao longo da disciplina e a ganhar desenvoltura na resolução de programas de programação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course has a strong applied component and the final grade depends entirely on the ability to solve practical programming problems using the Python language.

In the lectures, the fundamental concepts of the course are transmitted, exemplified and discussed.

In the lab classes, the students solve small problems, applying the concepts and techniques learned. Some of these problems will be available in a automatic program evaluation system (Mooshak).

The final project is partially developed in the lab classes and partially outside classes. The final project is important because it should help settling all that has been learned during the course and gain practice in solving programming problems.

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

Nas aulas teóricas os estudantes são iniciados nos conceitos e técnicas da disciplina. Pretende-se promover a construção do conhecimento e também desenvolver alguma capacidade de análise crítica na procura de qualidade.

A solidificação dos conhecimentos, aptidões e competências ocorre de forma mais essencial nas aulas práticas e durante

a execução dos projeto final da cadeira. Os exercícios e o projeto cobrem quase toda a matéria e incluem desafios que conduzem os estudantes a compreender melhor os conceitos e a usá-los de forma apropriada.

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

In the lectures, the students are initiated into the concepts and techniques of the course. The first goal is to develop the knowledge construction and the second goal is to develop some critical analysis capability in the search for quality. The consolidation of knowledge, abilities and skills occurs most essentially in the lab classes and during the development of the final programming projects. The exercises and the project cover almost the entire contents of the course; some of these exercises and projects include challenges that lead students to a better understanding of the concepts and to use them appropriately.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Think Python, Allen B. Downey, 2nd edition, O'Reilly, 2015.
Fundamentals of Python: First Programs, Kenneth A. Lambert, 1st Edition, 2011.*

Mapa IV - Algoritmos e Estruturas de Dados para Bioinformática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Algoritmos e Estruturas de Dados para Bioinformática

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Algorithms and Data Structures for Bioinformatics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Obrigatório

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Pedro Barahona (T:8)

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

Ludwig Krippahl (T:20; PL:28)

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

*Esta unidade curricular visa dotar o estudante de competências para:
Compreender:*

- Os problemas centrais da bioinformática como o estudo de correntes de informação em sistemas biológicos.

- Os algoritmos mais usados, suas aplicações e limitações, para problemas importantes em bioinformática: comparação e alinhamento de sequências, filogenia, previsão de estruturas e docking.

Ser capaz de:

- Seleccionar soluções adequadas para problemas centrais em bioinformática.

- *Raciocinar sobre problemas em bioinformática, decompondo-os nos seus elementos básicos.*
 - *Encadear programas existentes para resolver problemas que exijam vários passos de processamento*
 - *Avaliar os resultados obtidos de forma crítica*
- Conhecer:**
- *Os programas e servidores mais usados para os problemas principais em bioinformática*
 - *Como escrever programas simples que encadeiem diferentes passos de processamento*
 - *Como avaliar a qualidade dos resultados obtidos.*

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

This curricular unit will provide the student with the skills to:

Understand:

- *The core problems of bioinformatics as the study of information flow in biological systems.*
- *The most used algorithms, their use and limitations, for important bioinformatics problems: sequence comparison and alignment, phylogeny, structure prediction and docking.*

Be able to:

- *Select appropriate solutions for core problems in bioinformatics.*
- *Reason about bioinformatics problems, decomposing them in their basic elements*
- *Chain existing programs to solve problems requiring several processing steps*
- *Critically evaluate the results obtained.*

Know:

- *Most used software and servers for core bioinformatics problems*
- *How to write scripts to chain different processing steps*
- *How to assess the quality of results.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1- *Programação dinâmica para alinhamento local e global.*
- 2- *Algoritmos de pesquisa de sequências.*
- 3- *Alinhamento de múltiplas sequências: hierárquico e iterativo*
- 4- *Filogenética: métodos baseados em distância, parsimónia e verosimilhança; bootstrapping*
- 5- *Estrutura de macromoléculas: bases de dados, visualização e parâmetros estruturais.*
- 6- *Comparação de estruturas e alinhamento estrutural.*
- 7- *Atribuição e previsão de estrutura secundária em proteínas*
- 8- *Previsão de estrutura baseada em estruturas conhecidas (modelação por homologia e threading)*
- 9- *Previsão de estrutura ab-initio (métodos de dinâmica molecular e Monte Carlo)*
- 10- *Algoritmos de docking proteína-proteína e proteína-ligando.*

4.4.5. Syllabus:

- 1- *Dynamic programming for local and global alignment*
- 2- *Sequence search algorithms*
- 3- *Hierarchical and Iterative multiple sequence alignments*
- 4- *Phylogenetics: distance, parsimony and likelihood methods; bootstrapping*
- 5- *Structure databases, visualization and structural parameters*
- 6- *Structural comparison and structural alignment*
- 7- *Protein secondary structure assignment and prediction*
- 8- *Knowledge-based tertiary structure prediction (homology, threading)*
- 9- *Ab-initio structure prediction (molecular dynamics, monte carlo)*
- 10- *Docking algorithms (protein-protein and protein-ligand)*

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

Os pontos 1 a 4 dos conteúdos programáticos cobrem problemas relacionados com análise de sequências. Os restantes, cobrem problemas de bioinformática estrutural. Em conjunto dão uma visão abrangente dos problemas centrais na bioinformática molecular.

O alinhamento e a comparação de sequências são dos primeiros problemas em que a importância da bioinformática se tornou reconhecida. Por seu lado, a bioinformática estrutural ganhou muita importância com o crescimento, em paralelo, de dados estruturais e de hardware mais poderoso. O estudo destas famílias de algoritmos e técnicas associadas cobrem os problemas mais importantes da bioinformática.

Além disso, o encadeamento dos diferentes tópicos promove uma compreensão integrada dos vários algoritmos, das suas semelhanças e diferenças, de estruturas de dados comuns a vários problemas e, assim, contribui para uma compreensão da bioinformática como um todo e da aplicação do raciocínio computacional a estes problemas.

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

Points 1 to 4 of the syllabus cover issues related to sequence analysis. The remainder cover structural bioinformatics problems. Together these topics give a comprehensive overview of the core problems in molecular bioinformatics.

Alignment and sequence comparison are the first problems in which the importance of bioinformatics became recognized. Structural bioinformatics, for its part, has gained much importance with the parallel growth of structural data and more powerful hardware. The study of these families of algorithms and associated techniques cover the most important

problems of bioinformatics.

In addition, the sequence in which these topics are taught promotes an integrated understanding of the various algorithms, their similarities and differences and data structures used in different problems, which contributes to an understanding of bioinformatics as a whole and the application of computational reasoning to these problems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As 56 horas de contacto entre estudantes e professores serão divididas em 28 horas de aulas teóricas e 28 de aulas práticas.

As aulas teóricas serão apoiadas por apontamentos fornecidos pelo professor e referências aos capítulos apropriados dos livros recomendados. Cada uma dessas aulas será dividida em aproximadamente 2/3 de exposição e 1/3 de discussão livre com os estudantes.

As aulas práticas consistirão de aulas de exercícios, nas quais os estudantes seguem conjuntos de exercícios fornecidos pelos tutores, bem como aulas de projectos nas quais os estudantes terão apoio para projectos de avaliação concebidos pelos estudantes.

As notas serão determinadas por uma componente teórica composta por dois testes ou um exame e uma componente prática na qual os estudantes resolvem problemas práticos. As duas componentes serão igualmente importantes para a nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The 56 hours of contact between students and teachers will be divided into 28 hours of lectures and 28 of practical tutorial classes.

The theoretical classes will be supported by class notes provided by the lecturer and references to the appropriate chapters of the recommended textbooks. Each of these classes will be divided into approximately 2/3 exposition and 1/3 free discussion with the students.

The tutorial classes will consist both of exercise classes where students follow sets of exercises provided by the tutors as well as project classes where the students can get help for projects of their conception.

Grades will be determined by a theoretical component consisting of two tests or one exam and a practical component in which students solve practical problems. The two components will be equally important for the final grade.

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

A divisão de horas de contacto em 28 horas de palestras e 28 de aulas práticas é consistente com o objectivo de fornecer tanto uma sólida compreensão teórica como a capacidade de resolver problemas, na prática, aplicando esse conhecimento.

O sistema de classificação também reflecte a igual importância da compreensão teórica e aptidão prática, dando igual peso a ambos os aspectos da unidade curricular.

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

The division of contact hours in 28 hours of lectures and 28 of practical tutorial classes is consistent with the goal of providing both a solid theoretical understanding as well as the ability to solve problems, in practice, by applying this knowledge.

The grading system also reflects this equal importance of theoretical understanding and practical ability, giving equal weight to both aspects of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Mandatory reading:

Haubold, Bernhard, and Thomas Wiehe. Introduction to computational biology: an evolutionary approach. Springer Science & Business Media, 2006.

Forbes J. Burkowski, Structural Bioinformatics: An Algorithmic Approach, Chapman and Hall/CRC, 2008

Complementary reading:

Marketa J. Zvelebil, Marketa Zvelebil, Jeremy O. Baum, Understanding Bioinformatics, Garland Science, 2008

Miguel Rocha, Pedro G. Ferreira, Bioinformatics Algorithms: Design and Implementation in Python, Academic Press, 2018

Mapa IV - Estatística Aplicada à Biologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estatística Aplicada à Biologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Statistics for Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:*Semestral/ Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; PL:42***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Obrigatório***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Regina Maria Baltazar Bispo (T:28; PL:42)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Nesta unidade curricular pretende-se explorar alguns dos principais métodos de modelação estatística abrangendo teoria, aplicações e software. Os métodos abordados permitirão analisar dados de diversos tipos (e.g., contínuos, contagens, binários) e/ou indexados no tempo e/ou no espaço, com observações dependentes, indo assim além dos métodos tradicionais de análise clássica. Apresentam-se ainda introdutoriamente algumas técnicas de Estatística Multivariada. Pretende-se que no final desta unidade curricular o estudante tenha adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam (1) usar os modelos lineares generalizados como ferramenta básica de modelação estatística, (2) reconhecer a abordagem estatística mais adequada atendendo ao tipo e comportamento distribucional da variável resposta, (3) incorporar nos modelos casos de não-independência e (4) considerar análises multivariadas. Espera-se ainda que os estudantes aprendam a usar o software R.

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

In this curricular unit we intend to explore some of the main methods of statistical modeling covering theory, applications and software. These methods will allow the student to deal with different type of variables (for example, continuous, counts, and presence/absence) and deal with observations indexed in time and/or space, and thus go beyond the standard statistical modelling techniques. Frequently used multivariate statistical methods are also presented. It is intended that at the end of the course the student had acquired skills and abilities that allowed him to (1) use the generalized linear models as a basic statistical modeling tool, (2) recognize the most appropriate statistical approach according to type and behavior (3) incorporate non-independence cases between observations and (4) consider multivariate analysis. It is also expected that students will learn to use R software as a basic tool for statistical modeling.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução ao R e RStudio. Linguagem de programação e tipos de objectos. Operadores e indexação. Criação de funções e funções built-in. Gráficos. Bases de dados*
- 2. Conceitos básicos de Estatística. Tópicos de Amostragem. Conceitos básicos em amostragem e delineamento de experiências. Análise exploratória de dados. Inferência Estatística. Estimação de parâmetros e testes de hipóteses.*
- 3. Modelos lineares (LM – Linear Models) e lineares generalizados (GLM – General Linear Models)*
 - 3.1. Modelos contínuos (regressão linear clássica, ANOVA, ANCOVA, regressão gama e modelos de sobrevivência)*
 - 3.2 Modelos discretos (regressão logística, regressão Poisson e regressão binomial negativa).*
 - 3.3 Modelos mistos (GLMM – General Linear Mixed Models). Efeitos fixos vs. aleatórios (observações não-independentes ou agrupadas).*
- 4. Introdução às técnicas de Estatística Multivariada*
 - 4.1 MANOVA*
 - 4.2 Análise de componentes principais*
 - 4.3 Análise de clusters*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to R and RStudio. Programming language and object types. Operators and indexing. Built-in functions and user functions. Graphics. Dataframes.*
2. *Basic concepts of Statistics. Basic sampling and experimental design techniques. Exploratory data analysis. Statistical inference. Parameter estimation and hypothesis testing.*
3. *Linear Models (LM) and Generalized Linear Models (GLM)*
 - 3.1. *Continuous models (classical linear regression, ANOVA, ANCOVA, gamma regression and survival models)*
 - 3.2. *Discrete models (logistic regression, Poisson regression and negative binomial regression).*
 - 3.3. *Generalized linear mixed models (GLMM). Fixed vs. random effects (non-independent or grouped data).*
4. *Introduction to Multivariate Statistics*
 - 4.1 *MANOVA*
 - 4.2 *Principal Component Analysis*
 - 4.3 *Cluster Analysis*

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

O programa inclui noções de amostragem, delineamento experimental e modelação estatística com o objetivo de dar aos estudantes competências no planeamento de estudos e modelação estatística de dados, em diversas áreas científicas, nomeadamente no âmbito das ciências biológicas. São também introduzidas algumas técnicas necessárias à análise multivariada. O processo aprendizagem será a todo o tempo apoiado pela análise prática de casos reais, usando o software R, ferramenta hoje em dia considerada imprescindível na análise avançada de dados. A análise de relações de dependência (modelação) e interdependência multivariada são o foco principal da UC. Estes conteúdos vão proporcionar aos estudantes uma sólida base teórica sobre modelação de dados de diversos tipos (e.g., contínuos, contagens, presença/ausência) e/ou indexados no tempo e no espaço bem como permitir lidar com bases de dados multivariadas. Desta forma, os principais objetivos propostos para esta UC serão cumpridos.

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

The program includes concepts of sampling, experimental design and statistical modeling with the objective of providing students with the necessary skills to plan studies and execute adequate statistical modeling in various scientific areas, namely in the life sciences / health sciences and the environment. Multivariate statistical methods are also introduced. The learning / teaching process will be supported at all times by the practical analysis of real cases, using R software, a tool that is considered essential in advanced data analysis. Statistical modelling and initial multivariate analysis will be the main focus of this course. These contents will provide the students a solid theoretical basis on modeling data of various types (e.g., continuous, counts, presence / absence) and / or indexed in time and space and deal with multivariate datasets. Hence, the main objectives proposed for this course unit will be fulfilled.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas serão teóricas e teórico-práticas (com recurso a laboratórios de informática). Os estudantes serão confrontados com problemas práticos, analisando dados reais usando o software estatístico R. A avaliação será feita através de um trabalho de análise de dados com apresentação oral. O trabalho será escrito sob a forma de artigo de investigação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes will be theoretical and theoretical-practical (using computer labs). Students will be confronted with practical problems, analyzing real data using statistical software R. The evaluation will be done through a data analysis work with oral presentation. The assignment will be written in the form of a research paper.

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

As metodologias de ensino incluirão aulas de exposição teórica (com o objetivo de transmitir aos estudantes os fundamentos teóricos das metodologias abordadas) e aulas práticas onde serão resolvidos exercícios práticos em laboratório de informática. Estas duas metodologias permitirão ao estudante compreender os métodos abordados e lidar com situações práticas cuja análise passe pela utilização das metodologias abordadas nesta UC

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

The teaching methodologies will include theoretical exposition classes (with the objective of transmitting to the students the theoretical foundations of the methodologies addressed) and practical classes where practical exercises will be solved in a computer lab. These two methodologies will allow the student to understand the methods addressed and deal with practical situations whose analysis goes through the use of the methodologies addressed in this UC

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Crawley, M. (2012). The R Book. John Wiley & Sons.
Faraway, J. J. (2006) Extending the Linear Model with R. Chapman & Hall / CRC
Johnson, R. and Wichern, D. W. (2007), Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th Edition, Prentice Hall, New Jersey
Turkman MAA, Silva GL (2000). Modelos Lineares Generalizados - da teoria à prática. Edições SPE.

Mapa IV - Fundamentos de Biologia Computacional**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Fundamentos de Biologia Computacional***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Fundamentals of Computational Biology***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***Biol Comp***4.4.1.3. Duração:***Semestral/ Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:21; TP:36***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Obrigatório***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José Paulo Sampaio (T:5; TP:8,5)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ana Rita Grosso, DCV, FCT (T:3; TP:7)**Daniel Sobral, DCV, FCT (T:1; TP:2)**Patrícia Brito, DCV, FCT (T:3; TP:5,5)**Ana Abecasis, IHMT (T:2; TP:4)**Rune Matthiesen, NMS (T:1; TP:3)**Cláudio M. Soares ITQB (T:2)**Diana Lousa, ITQB (T:2)**Manuel N. Melo, ITQB (T:1; TP:3)**Isabel Rocha, ITQB (T:1; TP:3)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Este curso fornecerá aos estudantes uma introdução detalhada às principais áreas da Biologia Computacional, com maior ênfase na genómica e tópicos básicos relacionados com evolução. Espera-se que os estudantes obtenham uma perspectiva informada da Biologia Computacional e suas diversas aplicações e estejam em boa posição para escolher seus cursos preferenciais e eletivos no segundo semestre. Alguns dos tópicos abordados no FCB serão expandidos em cursos obrigatórios ou eletivos mais avançados.

Mais especificamente os objectivos são:

- Adquirir conhecimentos básicos sobre genómica e processamento de dados de NGS (sequenciação em larga escala)*
- Aprender conceitos fundamentais de Biologia Evolutiva*
- Familiarizar-se com as várias vertentes da Biologia Computacional e de que forma podem contribuir para esclarecer problemas em Biologia*

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

This course will provide the students with a detailed introduction to the main areas of Computational Biology, with more emphasis on topics related with Genomics and Evolution . It is expected that the students will obtain an informed

perspective of Computational Biology and its diverse applications and will be in a good position to choose their preferred branch and elective courses in the second semester. Some of the topics covered in FCB will be expanded in more advanced branch-mandatory or elective courses.

- *Acquire basic knowledge on genomics and NGS data processing (high throughput sequencing)*
- *To learn fundamental concepts of Evolutionary Biology*
- *To get well acquainted with the various aspects of Computational Biology and how they can contribute to clarify problems in Biology*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Genómica*
 - 1.1. *Tecnologias de sequenciação de alto rendimento e aplicações*
 - 1.2. *Sequenciação NGS*
 - 1.3. *Montagem e anotação do genomas.*
 - 1.4. *Recursos de Multi-Ómicas*
2. *Evolução Molecular e Filogenómica*
 - 2.1. *Introdução à genómica*
 - 2.2. *Sinal filogenético e modelos de evolução de sequências.*
 - 2.3. *Algoritmos de inferência filogenética.*
3. *Proteómica e Metabolómica*
 - 3.1. *Tecnologias e Aplicações*
 - 3.2. *Descrever os pipelines de análise*
 - 3.3. *Mostrar bases de dados.*
4. *Bioinformática Estrutural*
 - 4.1 *Introdução à bioinformática estrutural*
 - 4.2 *Previsão de estrutura de proteínas*
 - 4.3 *Modelação de interações biomoleculares*
5. *Simulações de Dinâmica Molecular de Biomoléculas*
 - 5.1 *Introdução aos métodos de mecânica molecular / dinâmica molecular*
 - 5.2 *Simulações de dinâmica molecular usando modelos atomísticos*
 - 5.3 *Simulações de dinâmica molecular usando modelos “coarse grain”*
6. *Biologia de Sistemas*
 - 6.1 *Introdução à biologia de sistemas*
 - 6.2 *Modelos Metabólicos*
 - 6.3 *Engenharia Metabólica*

4.4.5. Syllabus:

1. *Genomics*
 - 1.1. *High-throughput sequencing technologies and applications*
 - 1.2. *High-throughput sequencing pre-processing and data alignment.*
 - 1.3. *Genome assembly and annotation.*
 - 1.4. *Multi-Omics Resources*
2. *Molecular Evolution and Phylogenomics*
 - 2.1. *Introduction to genomics.*
 - 2.2. *Phylogenetic signal and models of sequence evolution.*
 - 2.3. *Algorithms of phylogenetic inference.*
3. *Proteomics and Metabolomics*
 - 3.1. *Technologies and applications*
 - 3.2. *Describe analysis pipelines*
 - 3.3. *Show databases.*
4. *Structural Bioinformatics*
 - 4.1 *Introduction to structural bioinformatics*
 - 4.2 *Protein structure prediction*
 - 4.3 *Modeling biomolecular interactions*
5. *Molecular Dynamics Simulations of Biomolecules*
 - 5.1 *Introduction to molecular mechanics/molecular dynamics methods*
 - 5.2 *Molecular dynamics simulations using atomistic models*
 - 5.3 *Molecular dynamics simulations using coarse grain models*
6. *Systems Biology*
 - 6.1 *Introduction to systems biology*
 - 6.2 *Metabolic models*
 - 6.3 *Metabolic engineering*

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

O principal objetivo desta UC é proporcionar aos estudantes uma sólida introdução ao campo da Biologia Computacional, suas principais metodologias e suas questões pendentes. Como este curso é construído a partir da contribuição de investigadores de quatro Unidades Orgânicas da Universidade NOVA (FCT, NMS, ITQB e IHMT), os estudantes serão

expostos a uma ampla gama de experiências de investigação, tópicos e aplicações. A UC começará com uma visão geral das várias técnicas no campo Genómica e fornecerá uma base conceptual sólida de Biologia Evolutiva. Os estudantes serão subsequentemente introduzidos a noções básicas relacionadas com Proteómica e Metabolómica, Bioinformática Estrutural, Dinâmica Molecular e Simulação de Biomoléculas, e Biologia de Sistemas. Desta forma, espera-se que no final do semestre, os estudantes estejam bem preparados para escolher o ramo que mais gostariam de frequentar no 2º semestre, bem como UC optativas.

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

The main objective of this course is to provide the students with a good overview the field of Computational Biology, its main methodologies and its outstanding questions. Because this course is built from the contribution of researchers from four organic Units of NOVA University (FCT, NMS, ITQB, and IHMT) the students will be exposed to a broad range of research experiences, topics, and applications. The course will start with an overview of the several techniques on the OMICS field and will provide a solid background in the basic concepts of Evolutionary Biology. This course will subsequently introduce the students to basic topics in Proteomics and Metabolomics, Structural bioinformatics, Molecular Dynamics and Simulation of Biomolecules, and System Biology. In this manner, students are expected to be well prepared to choose their preferred branch in the second semester, as well as elective 2nd semester courses.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Cada tópico será abordado numa palestra de 90 min, seguida por uma discussão de 2-3 horas / exercícios práticos / tutorial ou outras atividades não expositivas. Duas aulas adicionais serão usadas para discussões / recapitulações / exercícios práticos, apresentações de estudantes e avaliações.

A avaliação dos estudantes será feita ao longo do semestre (30%), incluindo preparação das aulas e participação nas aulas. Os 70% restantes correspondem a dois testes, sendo o primeiro composto pelos tópicos 1 e 2 e o outro pelos tópicos 3, 4, 5 e 6. Todo o corpo docente envolvido no ensino participará do processo de avaliação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Each topic will be covered in a 90 min lecture followed by 2-3 hour discussion/hands-on exercises/tutorial or other non-expositive activities. Two additional classes will be used for discussions / recaps / hands-on exercises, student presentations and student evaluations.

Student evaluation will be based on assessment throughout the semester (30%), including class preparation, attendance, and in-class participation. The remaining 70% correspond to two tests, the first comprising topics 1 and 2 and the other comprising topics 3, 4, 5, and 6. All Faculty involved in teaching will participate in the evaluation process.

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

Este curso terá uma forte ênfase em discussões na sala de aula e demonstração de metodologias. Conceitos básicos relacionados com a Genómica e a Evolução serão aprendidos através de exercícios práticos e discussões. A apresentação dos outros tópicos deverá permitir que os estudantes tenham uma ideia muito clara de como as diferentes técnicas e abordagens podem ajudar a esclarecer questões biológicas importantes e ajudar os estudantes a escolher ramos e disciplinas optativas no 2º semestre.

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

This course will have a strong emphasis on in-class discussions and demonstration of methodologies. Basic concepts related to Genomics and Evolution will be mastered through hands-on exercises and discussions. Presentation of the other topics should allow students to get a very clear idea on how they can help clarify important Biological questions and help students choose branches and elective courses in the second semester.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Diverse articles and book chapters related with the various relevant topics .

Mapa IV - Perspetivas em Biologia Computacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Perspetivas em Biologia Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Perspectives in Computational Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Biol Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:14; TP:14

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Diana Andreia Pereira Lousa (T:2; TP:2) e Cláudio Manuel Soares (T:2; TP:2)

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

Isabel Rocha (T:2; TP:2)

Ana Abecasis (T:2; TP:1)

Ana Rita Grosso (T:2; TP:2)

Rune Matthiesen (T:2; TP:2)

Leonardo Vanneschi (T:2; TP:2)

Patrícia Abrantes (TP:1)

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

Esta unidade curricular pretende complementar o conhecimento que os alunos irão adquirir noutras unidades curriculares, mostrando como esses conhecimentos são aplicados na prática por especialistas em diferentes áreas, a trabalhar quer na academia, quer na indústria. Isto irá ajudar os estudantes a ter uma visão mais concreta de como os conhecimentos adquiridos durante o Mestrado poderão ser aplicados na prática.

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências, que lhe permitam:

- Compreender o papel da biologia computacional e da bioinformática no contexto da biologia moderna e o seu impacto científico e tecnológico
- Conhecer os desenvolvimentos mais recentes e as aplicações de ponta dos diferentes ramos da Biologia computacional
- Ser capaz de ler, interpretar e discutir artigos científicos nesta área
- Ser capaz de elaborar um trabalho escrito sobre um tópico neste campo
- Ser capaz de preparar e realizar uma apresentação oral

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

This curricular unit aims to complement the knowledge that will be acquired by the students in other curricular units, by showing them how this knowledge is applied in practice by specialists in different fields, working either in academia or in industry. This will help the students to have a clear notion of how the knowledge obtained throughout the Master program may be applied in practice. By the end of this curricular unit the student will have acquired knowledge, abilities and competences that enable her/him to:

- Understand the role of computational biology and bioinformatics in the context of modern biology, as well as the scientific and technological impact of this field
- Know the latest developments and state of the art applications of the different branches of computational biology
- Be able to read, interpret and discuss scientific papers in this field
- Be able to elaborate a written work on a topic in this field
- Be able to prepare and deliver an oral presentation

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Os tópicos desta unidade curricular são muito variados, refletindo o grande número de áreas e metodologias presentes neste campo. Estes tópicos serão abordados no contexto das suas aplicações, quer na academia quer na indústria. Será dada uma perspetiva dos principais ramos da biologia computacional e da bioinformática e dos seus desenvolvimentos e aplicações mais recentes, através de seminários ministrados por especialistas e da análise e discussão de artigos.

Adicionalmente, os estudantes terão de elaborar um trabalho escrito individual sobre um dos tópicos abordados. Serão abordados os seguintes tópicos:

- 1) Aplicações da biologia evolutiva computacional

- 2) Aplicações da multi-ómica computacional
- 3) Aplicações da proteómica computacional
- 4) Aplicações da biologia de sistemas
- 5) Aplicações da simulação biomolecular e da química-informática
- 6) Aplicações da inteligência artificial em biologia

4.4.5. Syllabus:

The topics of this curricular unit are very diverse, reflecting the large number of areas and methodologies present in this field. These topics will be discussed in the context of their applications, both in academia and in industry.

An overview of the different branches in this field and their recent developments and applications will be given, through seminars presented by experts in the topics and through the analysis and discussion of scientific papers.

Additionally, students will elaborate a written work on one of these topics. The following topics will be discussed:

- 1) Applications of computational evolutionary biology
- 2) Applications of computational multi-omics
- 3) Applications of computational proteomics
- 4) Applications of systems biology
- 5) Applications of biomolecular simulation and chemoinformatics
- 6) Applications of artificial intelligence in biology

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

O conhecimento adquirido nesta unidade curricular será importante para a obtenção de uma perspetiva abrangente das aplicações da biologia computacional, nas suas diferentes vertentes. Os estudantes terão a oportunidade de contactar com profissionais trabalhando quer na academia quer na indústria, que fornecerão uma experiência em primeira mão sobre a aplicação destas metodologias na resolução de problemas reais. Isto facultar-lhes-á uma perspetiva das aplicações deste campo, que será útil para a decisão do ramo do mestrado a escolher e dos problemas em que gostariam de trabalhar. Adicionalmente irão também desenvolver a sua capacidade de analisar e apresentar artigos científicos, bem como de escrever um trabalho sobre um tema neste campo.

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

The knowledge obtained in this curricular unit will be important for the acquisition of a broad perspective of the applications of computational biology and its different branches. The students will have the opportunity to contact with professionals from academia and industry that will show them how these methodologies can be applied to solve real problems. This will help them to define the branch of the master that they will select and the problems they would like to work in. Additionally they will also develop their ability to analyse and present scientific papers, as well as to elaborate a written work on a topic in this field.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular compreende diferentes abordagens de ensino:

1) Seminários

Os estudantes participarão em seminários organizados pelos docentes da unidade curricular e ministrados por especialistas em diferentes ramos da biologia computacional, incluindo profissionais da academia e da indústria, onde serão estimulados a colocar questões e a participar ativamente.

2) Análise de artigos e trabalho escrito

Os estudantes irão analisar, apresentar e discutir artigos científicos sobre desenvolvimentos recentes em diferentes ramos da biologia computacional e da bioinformática. Este trabalho será feito com o apoio dos docentes da unidade curricular. Adicionalmente, os estudantes escreverão um trabalho individual sobre um dos tópicos abordados, com a orientação dos docentes da unidade curricular.

A avaliação terá em conta duas componentes:

- 1) Apresentações individuais ou em grupo e discussão de artigos.
- 2) Trabalho escrito individual.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Different teaching methodologies will be applied in this curricular unit (CU):

1) Seminars

The students will participate in seminars organized by the teachers involved in this CU and presented by experts in different areas of computational biology, including professionals from both academia and industry, where they will be stimulated to ask questions and actively participate.

2) Journal clubs and written work

In the journal clubs, the students will analyse, present and discuss scientific papers on recent developments in different areas of computational biology and bioinformatics. This work will be done with the support from the teachers involved in this CU. Additionally, the students will elaborate an individual written work on one of the topics discussed in the seminars and journal clubs, with the supervision of the teachers.

The evaluation will include two components:

- 1) Individual or group presentations and discussions in journal clubs.
- 2) Individual written work.

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

Os seminários apresentados nesta unidade curricular irão proporcionar uma visão abrangente e aplicada das metodologias usadas em diferentes ramos da biologia computacional. Através destes seminários, os estudantes terão contacto direto com profissionais reconhecidos neste campo, a trabalhar quer na academia, quer na indústria. Terão também acesso a investigação de ponta feita neste campo, o que irá estimular o seu interesse e ajudá-los a definir o seu caminho futuro.

Através da análise, apresentação e discussão de artigos, os estudantes aumentarão o seu conhecimento sobre os desenvolvimentos mais recentes neste campo e desenvolverão a sua capacidade de análise crítica e de comunicação. A elaboração de um trabalho escrito individual, irá permitir-lhes desenvolver a sua capacidade de recolher e analisar informação, aprofundar os conhecimentos e ter uma perspetiva histórica e futura sobre um tópico neste campo, bem como desenvolver a capacidade de escrita científica.

Os procedimentos de avaliação incidirão sobre os diferentes objetivos de aprendizagem, incluindo a participação e compreensão nas diferentes atividades, que incluem seminários e discussão de artigos, e a capacidade de apresentação de conceitos avançados do campo, numa forma escrita e oral.

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

The seminars presented in this curricular unit will provide a broad overview of the methodologies used in different areas of computational biology and bioinformatics and their applications. Through these seminars, the students will have the opportunity to contact with recognized and experienced professionals in this field, working in academia and in industry. They will also have access to state of the art research in this field, which will stimulate their interest and help them to define their future career path.

Through the analysis, presentation and discussion of papers in journal clubs, the students will increase their knowledge on the latest developments in this field and will develop their critical analysis and communication skills.

The elaboration of an individual written work, will allow them to develop their ability to collect and digest information, strengthen their knowledge and acquire a historical and future perspective on a topic in this field, as well as develop their scientific writing skills.

The evaluation procedures will focus on the different learning outcomes, including the participation in and the knowledge extracted from the different activities, including journal clubs and seminars, and the ability to present advanced topics in the field in a written and oral form.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Múltiplos artigos científicos nas diferentes áreas da unidade curricular.

Mapa IV - Estatística Multivariada**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Estatística Multivariada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Multivariate Statistics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

*Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Regina Maria Baltazar Bispo (TP:56)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Espera-se familiarizar o estudante com técnicas de inferência para valores médios multivariados e matrizes de covariância, bem como modelos lineares em populações Gaussianas, métodos de redução da dimensionalidade, de discriminação e classificação de dados. Em particular, pretende-se abordar os métodos de análise canónica, análise de componentes principais, análise factorial, análise discriminante e análise de clusters.

Utilizar adequadamente os conceitos e técnicas apreendidos em ambiente R na resolução dos mais diversos problemas da vida real.

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

It is expected to familiarize the student with inference techniques for multivariate mean values and covariance matrices, as well as multivariate linear models in Gaussian populations, dimensionality reduction methods, discrimination and data classification. In particular, we intend to address the methods of canonical analysis, principal component analysis, factorial analysis, discriminant analysis and cluster analysis.

I is also expected that the student use properly the concepts and techniques learned in the R environment to solve the most diverse real-life problems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Breves revisões e noções básicas de Álgebra Linear. Estatística descritiva multivariada.*
- 2 - A distribuição Normal Multivariada. Estimadores de máxima verosimilhança e suas distribuições. A distribuição Wishart*
- 3 - Inferência sobre vectores de médias*
 - 3.1 - Testes com base numa amostra*
 - 3.2 - Testes com base em duas amostras, amostras emparelhadas e amostras independentes*
 - 3.3 - Testes com base em várias amostras*
- 4 - Regressão Multivariada e Análise Canónica*
- 5 - Análise de Componentes Principais e Análise Factorial*
- 6 - Análise Discriminante e Classificação*
- 7 - Análise de Clusters*

4.4.5. Syllabus:

- 1 – Brief review of basic notions in Linear Algebra. Multivariate descriptive statistics*
- 2 – The Multivariate Normal distribution. Maximum likelihood estimators and their distributions. The Wishart distribution*
- 3 – Inference on mean vectors*
 - 3.1 – One sample tests*
 - 3.2 – Two sample tests – paired and independent samples*
 - 3.3 – Tests based on more than two samples*
- 4 – Multivariate Regression and Canonical Analysis*
- 5 – Principal Component Analysis and Factorial Analysis*
- 6 – Discriminant Analysis and Classification*
- 7 – Cluster analysis*

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

Nos capítulos 1 a 7 são explorados os temas: análise descritiva, distribuições multivariada Normal e Wishart, inferência sobre vetores de médias, regressão multivariada, análise canónica, análise de componentes principais, análise factorial, análise discriminante e análise de clusters. Estes temas abordam as principais técnicas e métodos estatísticos utilizados na análise de dados multivariados. Nos materiais de apoio estão disponíveis slides de apoio a cada capítulo, exercícios com e sem resolução e ficheiros com dados que servem de base para a resolução dos mais diversos problemas. A bibliografia fornecida aos estudantes serve de complemento aos materiais de apoio disponibilizados.

Durante as aulas serão dadas todas as indicações necessárias para a utilização do software R essencial para a resolução dos problemas propostos.

Muitos dos exercícios são baseados em problemas da vida real e em situações que envolvam grandes volumes de dados. Os objetivos enunciados são assim abrangidos.

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

In chapters 1 to 7 the following topics are explored: descriptive analysis, the multivariate Normal and Wishart distributions, inference about mean vectors, multivariate regression, canonical analysis, principal component analysis, factor analysis, discriminant analysis and cluster analysis. These topics cover the key techniques and statistical methods used in the analysis of multivariate data.

In the supporting materials are available: slides supporting each chapter, exercises with and without resolution and files with data that are the basis for the resolution of the most diverse problems. The bibliography provided to the students complements the supporting materials available.

During the classes will be given all the necessary information for correct use of the R software essential to the resolution of the problems proposed.

Many of the exercises are based on real life problems and in situations involving large volumes of data. The objectives are thus well covered.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As aulas são teóricas/práticas participadas, com exposição oral dos conceitos devidamente complementada com exemplos e resoluções de problemas. Os estudantes necessitam de assistir a um mínimo de 2/3 das aulas teórico/práticas lecionadas para obter frequência. A avaliação contínua é baseada em 3 testes, T1, T2 e T3 sendo a nota final (NF) atribuída através da seguinte fórmula $NF=0.25*T1+0.5*T2+0.25*T3$. Os estudantes obtêm aprovação se NF for superior ou igual a 9.5. Se o estudante não obtiver aprovação através de avaliação contínua poderá ainda obtê-la no exame de recurso se tiver nota superior ou igual a 9.5.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*Classes are theoretical/practical with oral presentation of the concepts together with examples and problem solving. The students need to attend a minimum of two thirds of the classes to obtain frequency. The continuous evaluation is based on three tests, T1, T2 and T3 being the final note (NF) given by the following formula $NF=0.25*T1+0.5*T2+0.25*T3$. The students are approved if NF is greater than or equal to 9.5. If the students do not obtain approval through continuous evaluation they can still get approval in the resource examination with a score greater than or equal to 9.5.*

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

As componentes teóricas e práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas que já contemplam estas duas vertentes. Os estudantes podem ainda recorrer ao horário de dúvidas para colmatar dúvidas que persistam. A componente teórica será aprofundada através da exposição oral dos conceitos apoiada em slides devidamente elaborados para o efeito e através da análise e discussão de diferentes exemplos. A vertente prática será desenvolvida através da resolução de problemas e da discussão dos mesmos. A avaliação contínua é assegurada com a realização de três provas escritas.

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

The theoretical and practical components necessary to achieve the learning objectives are administered in classes that already include these two components. Students can also use the doubts schedule to clarify persistent doubts. The theoretical component shall be further developed through the oral presentation of the concepts supported by slides, properly designed for that purpose, and through analysis and discussion of various examples. The practical component will be developed by solving problems and by discussing them. The continuous evaluation is provided with three written tests.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livros base/ Base references:

*Johnson, R. and Wichern, D. W. (2007), Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th Edition, Prentice Hall, New Jersey
Morrison, D. F. (2004), Multivariate Statistical Methods, 4th Edition, Duxbury Press*

Livros Complementares/ Complementary references:

Wilkinson, D. J (2014), Statistics for Big data, Lecture notes (<https://www.staff.ncl.ac.uk/d.j.wilkinson/teaching/mas8381/notes14.pdf>)

Koch, I. (2013), Analysis of Multivariate and High-Dimensional Data, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, Cambridge University Press, New York

Flury, B. (1997), A First Course in Multivariate Statistics, Springer. New York

Rencher, A. C. (1998), Multivariate Statistical Inference and Applications, John Wiley & Sons

Rencher, A. C. (2002), Methods of Multivariate Analysis, John Wiley & Sons

Bibliografia Avançada/ Advanced references:

Anderson, T. W. (2003), An Introduction to Multivariate Statistical Analysis, 3rd ed., J. Wiley & Sons, New York

Mapa IV - Lesão e Morte Celular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Lesão e Morte Celular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Cell Death and Lesion***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***B***4.4.1.3. Duração:***Semestral/ Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:10,5; PL:21***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Margarida Castro Caldas - T:7,5; PL:15***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Paula Alexandra Quintela Videira - T:1.5; TP:3**Maria Alexandra Nuncio de Carvalho Ramos Fernandes - T:1.5; TP:3***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Espera-se que os estudantes tenham atinjam as seguintes competências gerais: i) compreender o conceito de stress oxidativo; ii) compreender, através de casos práticos, o conceito de lesão celular e mecanismos ativados na resposta endógena à lesão; iii) enumerar e distinguir diferentes tipos e morte celular, relacionando os indutores e mecanismos envolvidos; iv) identificar a des-regulação dos mecanismos envolvidos na morte celular como estando na base de diversas doenças; v) utilizar os conceitos adquiridos e compreender estratégias e alvos terapêuticos para modular a morte celular nas diferentes doenças; vi) aquisição de competências de pesquisa de literatura recente sobre temas leccionados, com vista à exposição e discussão crítica de trabalhos científicos na área; vii) adquirir competências laboratoriais e contacto com metodologias actualmente utilizadas na avaliação de diferentes parâmetros de lesão e morte celular.

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

It is expected that at the end of this course students will have achieved the following general competences: i) understanding the concept of oxidative stress; ii) to understand, through practical cases, the concept of cellular injury and the mechanisms activated in the endogenous response to the injury; iii) enumerate and distinguish different types and cell death, relating the inductors and mechanisms involved; iv) to identify the deregulation of the mechanisms involved in cell death as being the basis of several diseases; v) to use the acquired concepts and to understand strategies and therapeutic targets to modulate cell death in the different diseases; vi) acquisition of research skills of recent literature on subjects taught, in order to expose and critically discuss scientific works in the area; Vii) to acquire laboratory skills and contact with methodologies currently used in the evaluation of different injury and cell death parameters.

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Aulas teóricas*

- 1. Stress oxidativo: indutores, mecanismos envolvidos e adaptação das células e tecidos*
- 2. Morte celular em homeostasia e desregulação da morte celular em processos patológico*
- 3. Papel da autofagia na regulação da morte celular.*
- 4. Modulação da morte celular. Desenvolvimento de fármacos e pesquisa de alvos terapêuticos.*

*Aulas práticas:**1. Avaliação do stress oxidativo**1.1. Reação de Griess (nitritos/nitratos no sobrenadante)**1.2. Avaliação de ROS: marcação de células em cultura com sonda DCF-DA**2. Avaliação da morte celular (apoptose/necrose)*

- 2.1. Avaliação da morfologia nuclear por marcação com Hoechst
- 2.2. Avaliação da libertação da lactato desidrogenase (ensaio de LDH)

4.4.5. Syllabus:

Theoretical classes

1. Oxidative stress: inducers, mechanisms involved and adaptation of cells and tissues
2. Cell death in homeostasis and deregulation of cell death in pathological processes
3. Role of autophagy in the regulation of cell death.
4. Modulation of cell death. Development of drugs and research of therapeutic targets.

Practical classes:

1. Evaluation of oxidative stress
 - 1.1. Griess reaction
 - 1.2. Evaluation of ROS: staining with DCF-DA dye
2. Evaluation of cell death (apoptosis/necrosis)
 - 2.1. Evaluation of nuclear morphology with Hoechst staining
 - 2.2. Evaluation of lactate desidrogenase activity (LDH assay)

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

No ponto 1 das aulas T os estudantes poderão definir stress oxidativo e perceber as respostas adaptativas ao dano oxidativo. Nos pontos 2 e 3 serão caracterizadas várias formas de morte celular, incluindo os seus estímulos, as vias moleculares envolvidas, o papel dos diferentes organelos, e a resposta adaptativa das células aos diferentes estímulos de morte. Serão estudados os mecanismos celulares e moleculares na base da desregulação da morte celular em diferentes patologias. No ponto 4 com recurso a informação de carácter científico e a case studies, serão discutidas novas abordagens terapêuticas.

Nas aulas P, os estudantes realizam experiências para identificar diferentes parâmetros de morte celular. A interpretação dos dados obtidos contribui para a identificação cronológica de ativação das diferentes etapas, o que permite sedimentar os conhecimentos adquiridos nas aulas T.

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

In point 1 of T classes students will be able to define oxidative stress and to perceive the possible adaptive responses to oxidative damage. Different forms of cell death are characterized in points 2 and 3, including the stimuli, the molecular pathways involved, the role of different organelles, and the adaptive response of cells to different death stimuli. We will study the cellular and molecular mechanisms underlying the deregulation of cell death in different pathologies. In point 4, with the use of scientific information and case studies, new therapeutic approaches will be discussed.

In the practical classes, students perform experiments that aim to identify different cell death parameters. The interpretation of the obtained data contributes to the chronological identification of activation of the different steps, which allows to sediment the knowledge acquired in the theoretical classes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta disciplina é opcional no Mestrado em Genética Molecular e Biomedicina e funciona com aulas T (1,5h/semana) e P (3h/semana).

As aulas T são baseadas em livros de texto e artigos científicos recentes. As aulas são na generalidade do tipo expositivo, com recurso a data show.

Nas aulas P são aplicados experimentalmente os conhecimentos adquiridos nas aulas T e realizados exercícios para aplicação da matéria.

Os documentos e os slides relativos a cada aula são fornecidos aos estudantes via página moodle da disciplina.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is an option of Mestrado em Genética Molecular e Biomedicina, and is based upon lectures (1,5h/week) and Lab sessions (3h/week).

Lectures are based on books and scientific papers, and multi-media facilities are used.

On Lab sessions students are encouraged to participate with oral presentations and exercises solving moments and performe different experimental assays.

All documents and slides used in each classe are available on course's moodle page.

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

Durante as aulas teóricas e práticas é fomentada a discussão das matérias leccionadas. Adicionalmente, os estudantes aplicam nas aulas práticas métodos que ilustram as matérias teóricas leccionadas e interpretam os resultados o que contribui para a assimilação aprofundada dos conceitos.

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

During the theoretical and practical classes the discussion of the subjects taught is encouraged. In addition, students will perform practical experiments that illustrate the theoretical lessons taught and interpret the results, which contributes to the in-depth assimilation of concepts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Molecular Cell Biology. Lodish et al. 7th Ed. WH Freeman & Company, NY 2012

Molecular Biology of the Cell. Alberts et al. 5th Ed. Garland Science, NY 2007

Artigos científicos

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

Nanomedicina

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Nanomedicine

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

B

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:17,5; S:6

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista (TP:17,5; S:6)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

(O objectivo geral de aprendizagem é o de sensibilizar o estudante para a importância da Nanomedicina em geral e do seu impacto no campo da biomedicina.

Objectivos específicos: Pretende-se estimular o interesse crítico do estudante para a caracterização de fenómenos à nanoescala e suas propriedades com potencial de aplicação da Nanomedicina: diagnóstico molecular, investigação biomédica, ferramentas para investigação em medicina, terapêutica (drug delivery, formulações, molecular actuators), regeneração e medicina de precisão.

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

(The main learning objective is directed towards raising awareness and provide general knowledge on Nanomedicine and its innovation driven impact in biomedicine.

Specific goals: to develop critical thinking and reasoning on nanoscale events and their impact on medical applications, such as (but not limited to) diagnostics, research in biomedicine (tools and novel approaches), therapeutics (drug delivery, nanoformulations, molecular actuators), tissue regeneration and precision medicine.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Nanotecnologia e sistemas biológicos

a. Efeito de escala e propriedades físico-químicas de nanomateriais

- b. caracterização de nanomateriais em sistemas biológicos*
- c. interacção nanossistemas-células/nanossistemas organismo*
- d. farmacologia à nanoescala*
- 2. Nanopartículas em biomedicina**
 - a. NPs metálicas, poliméricas, lipídicas, VLPs, etc*
 - b. Nanovectores para drug delivery/gene therapy*
 - c. Modos de libertação controlada*
 - d. Nanossistemas para imagem*
 - e. Nanodiagnóstico*
- 3. Nanopartículas multifuncionais para terapêutica (cancro como exemplo)**
 - a. Targeting molecular*
 - b. EPR*
 - c. Multimodo: modalidades terapêuticas (e.g. PTT, PAT, PDT, etc) e combinações*
 - d. Nanoteranóstico*
- 4. Nanotecnologia de DNA – self assembly e origamis**
- 5. Lab-on-chip/organ-on-chip**
- 6. Nanotoxicologia em humanos**
- 7. Translação para a prática clínica e regulamentação**

4.4.5. Syllabus:

- 1. Nanotechnology and biologic systems**
 - a. Scale effects and properties of nanomateriais*
 - b. Characterization of nanomaterials in a biology context*
 - c. Nanosystem-cell/nanosystems-organism interaction*
 - d. Pharmacology of nanodrugs*
- 2. Nanoparticles in biomedicine**
 - a. Metal NPs, polymers, lipidic, VLPs*
 - b. Nanovectors for drug delivery/gene therapy*
 - c. Controlled release mechanisms in nanodrugs*
 - d. Imaging via nanoplatforms*
 - e. Nanodiagnostics*
- 3. Multifunctional NPs for therapeutics**
 - a. Molecular Targeting*
 - b. EPR*
 - c. Multimodal: PTT, PAT, PDT, etc and applications thereof*
 - d. Nanoteheranostics*
- 4. DNA nanotechnology– self assembly and origami**
- 5. Lab-on-chip/organ-on-chip**
- 6. Nanotoxicology in humans**
- 7. Clinical translation and regulatory issues**

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

Nanomedicina é definida como a aplicação de Nanotecnologia (exploração e melhoramento das novas propriedades de materiais à nano-escala) para avanços técnico-científicos no domínio da Biomedicina/Medicina, nomeadamente no diagnóstico molecular precoce e terapêutica e follow-up. Muitos destes sistemas têm vindo a ser integrados em plataformas de Nanoteranóstico – sistemas multifuncionais à nano-escala que permitem simultaneamente o diagnóstico e terapêutica.

A relevância dos aspectos da nanoescala na medicina moderna e na actualidade, a produção, validação, manipulação e utilização de nanossistemas é abordado genericamente através da introdução de tópicos. A aplicação directa em biomedicina é apresentada, com ênfase no contexto fisiológico, celular e molecular e aplicação em sistemas de detecção e dispositivos biomédicos. Relação com biomedicina molecular e celular no contexto do organismo como um todo de interacção entre sistemas é fundamental

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

Nanomedicine may be defined as the application of nanotechnology to medicine with particular emphasis on diagnostics, therapeutics and follow-up and regeneration. Many of these approaches have been integrated into nanotheranostics platforms – multifunctional systems combining diagnostics and therapeutics/bio-monitorization/ and therapeutics. The impact of nanoscale effects in contemporary medicine from design to production and scale-up, and clinical use of these concepts is presented through thematic lectures. Application of nanosystems in biomedicine is presented within the context of diagnostics and bio-monitorization platforms in cell/tissue and organisms towards the development of medical devices. In depth discussion of the relation of nanoscale items and the organism in the framework of disease models is fundamental to grasp the core aspects of nanomedicine.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas (3 h) para exposição de matéria e resolução de problemas/casos práticos de aplicações. Apresentação de artigos e discussão em equipa. Preparação de monografia e apresentação oral.

Avaliação: Apresentação e discussão de artigos científicos; Monografia sobre um tema proposto e apresentação oral da mesma

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

TP lectures/discussion for presentation of topics and discussion of case studies. Paper presentation and discussion (team work). Monography and oral presentation of particular theme.

Assessment: Presentation and discussion of selected papers.; monography on selected theme with subsequent oral presentation and discussion.

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

Tópicos programáticos são primeiramente introduzidos em apresentações Teóricas, seguindo-se discussão de artigos científicos sobre essas temáticas – desta forma pretende-se apresentar e discutir os temas propostos. As monografias, com apresentação e discussão pública, permitem relacionar as matérias apreendidas sobre os vários aspectos da Nanomedicine enquanto se desenvolvem competências de apresentação, discussão e pensamento crítico relacionado com trabalho científico.

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

(Short focused lectures on the key topics from syllabus, followed by discussion of selected papers on those themes – this ensures in depth discussion and reasoning on the matters. The short focused monographies, together with the oral presentations, allow to correlate and critical discuss the apprehended concepts within the broader Framework of nanomedicine. These steps should allow the development of critical reasoning on the fundamental aspects of Nanomedicine, oral and written presentation of scientific Works, open discussion and team work. – all fundamental in contemporary education.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *Handbook of Nanoparticles (M. Aliofkhazraei Ed.), Springer. ISBN 978-3-319-15337-7;*
2. *Nanomedicine (Seifalian A., Mel A., and Kalaskar D. M. Ed.), One Central Press (OCP), UK;*
3. *Nano-Oncologicals: New targeting and delivery approaches, Advances in Delivery Science and Technology (M.J. Alonso and M. Garcia-Fuentes Ed), Springer; Controlled Release Society – Springer- ISBN: 978-3-319-08084-0.*

Mapa IV - Empreendedorismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Empreendedorismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Entrepreneurship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CC

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:45

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:*Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***António Carlos Bárbara Grilo (TP:45)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O curso pretende motivar os estudantes para o empreendedorismo e para a necessidade da inovação tecnológica. O programa cobre vários tópicos que são importantes para a adoção de uma cultura aberta aos riscos suscitados em processos de criação de novos produtos ou atividades que exigem características empreendedoras. No final desta unidade curricular, os estudantes deverão ter desenvolvido um espírito empreendedor, uma atitude de trabalho em equipa e estar aptos a:

- 1) Identificar ideias e oportunidades para empreenderem novos projetos;*
- 2) Conhecer os aspetos técnicos e organizacionais inerentes ao lançamento dos projetos empreendedores;*
- 3) Compreender os desafios de implementação dos projetos (ex: mercado, financiamento, gestão da equipa) e encontrar os meios para os ultrapassar;*
- 4) Expor a sua ideia e convencer os stakeholders.*

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

This course is intended to motivate students for entrepreneurship and the need for technological innovation. It covers a list of topics and tools that are important for new venture creation as well as for the development of creative initiatives within existing enterprises. Students are expected to develop an entrepreneurship culture, including the following skills:

- 1) To identify ideas and opportunities to launch new projects;*
- 2) To get knowledge on how to deal with technical and organizational issues required to launch entrepreneurial projects;*
- 3) To understand the project implementation challenges, namely venture capital and teamwork management, and find the right tools to implement it;*
- 4) To show and explain ideas and to convince stakeholders.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O empreendedorismo como estratégia de desenvolvimento pessoal e organizacional. Processos de criação de ideias. A proteção da propriedade intelectual: patentes e formalismos técnicos. A gestão de um projeto de empreendedorismo: planeamento; comunicação e motivação; liderança e gestão de equipas Marketing e inovação para o desenvolvimento de novos produtos e negócios. O plano de negócios e o estudo técnico financeiro.

Financiamento e Sistemas de Incentivos: formalidades e formalismos. A gestão do crescimento e o intraempreendedorismo.

4.4.5. Syllabus:

Strategy for entrepreneurship. Ideation and processes for the creation of new ideas. Industrial property rights and protection: patents and technical formalities. Managing an entrepreneurial project: planning; communication and motivation; leadership and team work. Marketing and innovation for the development of new products and businesses. Business plan and entrepreneurial finance. System of Incentives for young entrepreneurs. Managing growth and intrapreneurship.

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

O conteúdo programático foi desenhado para incentivar o estudante ao empreendedorismo e à perceção e análise da envolvente em busca de oportunidades de negócio, de forma a que consiga aplicar os conhecimentos adquiridos:

- 1) na transformação de conhecimento científico em ideias de negócio;*
- 2) na criação, seleção e desenvolvimento de uma ideia para um novo produto ou serviço;*
- 3) na elaboração de um plano de negócio e de um plano de marketing;*
- 4) na exposição das suas ideias em curto tempo e em ambientes stressantes.*

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

The syllabus was designed to encourage the student for entrepreneurship and for the perception and analysis of new business opportunities; with this program, the student may apply the knowledge provided:

- 1) to transform scientific knowledge in business ideas;*
- 2) to create, select and develop an idea for a new product or service;*

- 3) to draw a business plan and a marketing plan;
- 4) to better explain and present its ideas in a short time and stressed environments.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este curso será ministrado a alunos dos 4º ou 5º anos dos programas de Mestrado integrado e de 2º ciclo. O programa é dimensionado para decorrer entre o 1º e o 2º semestre, num período de 5 semanas, envolvendo um total de 45 horas presenciais (TP), organizadas em 15 sessões de 3 horas e exigindo um esforço global de 3 ECTS.

As aulas presenciais baseiam-se na exposição dos conteúdos do programa. Os estudantes serão solicitados a aplicar as competências adquiridas através da criação e desenvolvimento de uma ideia (produto ou negócio). As aulas integrarão alunos provenientes de diversos cursos com vista a promover a integração de conhecimento derivado de várias áreas científicas e envolverão professores e "mentores" com background diverso em engenharia, ciência, gestão e negócios. A avaliação compreende a apresentação e defesa da ideia num elevator pitch e do respetivo relatório (realizado em grupo de 4-5 elementos). A apresentação contribuirá com 60% e o relatório com 40% para a nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is directed to students from the 4th and 5th years of the "Mestrado Integrado" (Integrated Master) and students from the 2nd cycle (Master). The program was designed for a duration of 5 weeks, with a total of 45 hours in class (15 sessions of 3 hours each) - 3 ECTS. Classes are based in an exposition methodology. Students will be asked to apply their skills in the creation and development of an idea, regarding a new product or a new business. Classes integrate students from different study programs to promote the integration of knowledge derived from various scientific areas and involve academic staff and "mentors" with diverse background in engineering, science, management and business. Students evaluation is based on the development and presentation of an idea/project in an elevator pitch, and its report. The work should be developed in teams of 4-5 members. The presentation should account for 60% of the final mark and the report 40%.

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

Considerando o tempo disponível (5 semanas), a metodologia de ensino preconiza que em cada semana sejam discutidos e trabalhados (em grupo) os temas apresentados, os quais tinham sido definidos nos objetivos de aprendizagem.

Na 1ª semana os temas a abordar estão relacionados com os aspetos estratégicos do empreendedorismo, a geração de ideias, a liderança e a gestão de equipas; como resultado os estudantes deverão constituir e organizar as suas equipas para poderem definir o problema que se pretende resolver. Na 2ª semana, os temas apresentados permitirão que o estudante possa evoluir no seu projeto acrescentando opções de soluções ao problema identificado na semana interior e proceder à seleção de uma delas. Na 3ª semana, a abordagem ao mercado e às condições de comercialização viabilizarão a concretização do plano de marketing. Na 4ª semana, abordar-se-ão os aspetos relacionados com a viabilidade financeira do projeto, possibilitando a realização do respetivo plano de negócio e do seu financiamento. Na última semana, abordar-se-á o processo de exposição da ideia aos potenciais interessados, tendo os estudantes que realizar a apresentação e defesa do seu projeto num elevator pitch, perante um júri.

Neste sentido, a metodologia privilegia

- 1) a apresentação de casos práticos e de sucesso;
- 2) a promoção de competências nos domínios comportamentais, nomeadamente, no que respeita ao desenvolvimento do sentido crítico, à defesa de ideias e argumentos baseados em dados técnico-científicos, à tolerância e capacidade de gestão de conflitos em situações adversas e stressantes.
- 3) a participação dos estudantes nos trabalhos colocados ao longo da unidade curricular e a sua apresentação.

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

Considering the available time (5 weeks), the teaching methodology praises that, in each week, the subjects presented and defined in the learning objectives are discussed and worked (in groups). In the first week, the subjects introduced to students are related with entrepreneurial strategic issues, generation of ideas, leadership and work team management; as a result, the students will have to organize their teams to be able to define the problem. In the 2nd week, the subjects presented will allow the student to pursue its project; they have to consider different options for the problem identified in the previous week. In the 3rd week, the market related issues are approached, and the students are asked to build a marketing plan. In the 4th week, financial issues are addressed, making it possible to accomplish a business plan. In the last week, the process of how to expose the idea to potential stakeholders is addressed; the students are required to present and argue their project in an elevator pitch.

This methodology gives priority to:

- 1) the presentation of practical and successful cases;
- 2) the promotion of soft skills, namely, in what concerns to the development of critical thinking, the defense of ideas and arguments based on technical-scientific data, to the tolerance and capacity of dealing with conflicts in adverse and stressful situations.
- 3) the participation of the students in practical works and assessments and their presentation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Books

Burns, P. (2010). Entrepreneurship and Small Business: Start-up, Growth and Maturity, Palgrave Macmillan, 3rd Ed.

Kotler, P. (2011). Marketing Management, Prentice-Hall

Shriberg, A. & Shriberg (2010). Practicing Leadership: Principles and Applications, John Wiley & Sons, 4th Ed.

Spinelli, S. & Rob Adams (2012). New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century. McGraw-Hill, 9th Ed.
Byers, Thomas H., Dorf R. C., Nelson, A. (2010). Technology Ventures: From Idea to Enterprise, 3rd Ed., McGraw-Hill
Hisrich, R. D. (2009). International Entrepreneurship: Starting, Developing, and Managing a Global Venture, Sage Publications, Inc
Hisrich, R.D., Peters, M. P., Shepherd, D.A. Entrepreneurship, 7th Ed., McGraw-Hill, 2007
Journals
Entrepreneurship Theory and Practice

Mapa IV - Descoberta, Design e Desenvolvimento de Fármacos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Descoberta, Design e Desenvolvimento de Fármacos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Drug Discovery, Design and Development

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Bq

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:20; TP:8

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Maria Rita Mendes Bordalo Ventura Centeno Lima (T:20; TP:8)

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

<sem resposta>

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

O objectivo desta unidade curricular (UC) é contribuir para a formação de futuros profissionais na investigação ou na indústria farmacêutica, apetrechados para entender e actuar sobre as diversas etapas da criação dum princípio activo, sua transformação em fármaco e sua introdução no mercado como medicamento eficaz e seguro.

No final desta UC os estudantes devem conhecer e saber articular os seguintes temas:

- 1. Processos de identificação/descoberta de princípios activos;*
- 2. Metodologias de design e optimização dos princípios activos por adequação ao seu alvo terapêutico;*
- 3. Métodos de optimizar a administração, distribuição e entrega do princípio activo in vivo;*
- 4. Etapas e exigências do processo de introdução dum fármaco no mercado.*

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

The objective of this curricular unit (CU) is to contribute to the formation of future researchers or pharmaceutical industry professionals, equipped to understand and act upon the several stages of the creation of an active principle, its transformation into a drug and its introduction to the market as an efficient and safe medicine.

At the end of this CU the student must grasp and be able to articulate the following topics:

- 1. Processes of identification and discovery of new active principles;*

2. *Methodologies for the design and optimization of the active principles relative to their therapeutic target;*
3. *Methods to optimize administration, distribution and delivery of the active principle in vivo;*
4. *Stages and requirements of the process of bringing a drug to the market.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Fármacos e alvos terapêuticos: introdução

Alvos terapêuticos

- *Proteínas: como alvo*
- *Enzimas: como alvo*
- *Receptores: como alvo*
- *Ácidos nucleicos: como alvo*
- *Outras alvos moleculares: lípidos, hidratos de carbono*

Descoberta de Fármacos: design e desenvolvimento

Procurar um candidato (lead)

- *desenvolver um ensaio biológico*
- *composto candidato*
- *optimização das interações com o alvo (SAR; farmacoforo)*
- *optimização do fármaco*
- *optimização do acesso ao alvo*
- *targeting de fármacos*
- *pro-fármacos*

Problemas de Formulação e Entrega de Fármacos

- *métodos de preparar compostos solúveis em água*
- *solubilização de fármacos em solventes orgânicos, micelas ou dispersões coloidais*
- *solubilização com ciclodextrinas*

Introdução de Fármacos no Mercado

Tópicos seleccionados (e.g. antibacterianos, anti-cancro) e estudos de caso.

4.4.5. Syllabus:

Drugs and drug targets: Introduction

Drug targets

- *Proteins as drug targets*
- *Enzymes as drug targets*
- *Receptors as drug targets*
- *Nucleic Acids as drug targets*
- *Other molecular drug targets: lipids, carbohydrates, etc...*

Drug discovery, Design and Development

- *Finding a lead compound*
- *Develop a bioassay*
- *Design of the Lead compound*
- *optimize interactions with the Target: (SAR; pharmacophore)*
- *optimizing the drug*
- *optimizing access to the target*
- *drug targeting*
- *prodrugs*

Problems of Formulation and Drug Delivery

- *methods to prepare water soluble compounds*
- *solubilizing drugs in organic solvents, micelles or colloidal dispersions*
- *solubilization with cyclodextrins*

Bringing Drugs to the Market

Selected Topics (e.g. antibacterials, anti-cancer drugs) and Case Studies.

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

Os objetivos desta unidade curricular (UC) visam a preparação de cientistas motivados para actuar na indústria farmacêutica ou em projectos de investigação na área da descoberta e desenvolvimento de novos fármacos, em que Biologia Computacional tem um papel importante. O processo de descoberta e desenvolvimento de fármacos tem uma lógica e uma sequência de procedimentos muito particular cujo conhecimento detalhado é obrigatório para evitar avanços em falso, cumprir os normativos regulamentares e de segurança e maximizar a probabilidade de sucesso de obtenção e comercialização dum novo medicamento.

Os conteúdos programáticos desta UC estão precisamente focados na identificação, explicação e justificação da razão de ser e da importância de toda a longa sequência de etapas, da sua lógica de pesquisa e de faseamento de processos e dos objectivos intermediários a superar de modo a atingir o objectivo final que é a introdução no mercado dum novo medicamento.

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

This CU aims at the preparation of scientists motivated to work in the pharmaceutical industry, in research or in entrepreneurial projects in the area of drug discovery and development. The process of drug discovery and development

obeys to a particular logic and sequence of procedures which must be well understood in order to avoid pitfalls and abide by all safety and other regulations in a way that will maximize the probability of success in bringing a new drug from discovery phase on the way to the market. Computational biology plays an important role in this process. The curricular contents of this CU are precisely focused on the identification, explanation and justification of this sequence of steps and on the understanding of the importance of each of the intermediate goals to be reached in order to guarantee the success of the final objective: a new safe, effective drug on the market.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino presencial será constituído por aulas teóricas, teórico-práticas e seminários ministrados por especialistas convidados sobre tópicos seleccionados ou estudos de caso relevantes. A avaliação final será feita através de dois testes escritos realizados durante o semestre e um seminário final (com discussão pública) sobre tema a escolher dum lote previamente anunciado. Cada tipo de avaliação contribuirá com 50% da nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presential teaching will be made through regular lectures and tutorials as well as through seminars delivered by invited specialists on selected topics or relevant Case Studies. The final evaluation will comprise two written tests to be done during the semester, and a final seminar (with public discussion) on a theme to be selected from a previously announced set. Each type of evaluation (written and oral) will contribute 50% to the final mark.

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

O objectivo desta UC é introduzir nos estudantes o conhecimento estruturado das metodologias utilizadas no processo de descoberta e desenvolvimento de medicamentos de modo a torná-los profissionalmente competentes e criativos. A transmissão e aquisição deste tipo de conhecimentos adequa-se perfeitamente ao ensino presencial baseado em aulas teóricas ou teórico-práticas, desde que preparadas para apresentar e discutir uma grande variedade de exemplos e Casos de Estudo. Para este fim será concedido aos estudantes abundante material deste tipo para estudo não presencial. Este estudo deve contemplar casos com consequências e epílogos positivos e negativos. Nesta área, quanto mais extensa for a bagagem de conhecimentos mais fácil é a construção de soluções inovadoras e sólidas para os problemas que se apresentem. Não é o tipo de campo em que o raciocínio dedutivo tenha grande preponderância, mas é certamente um campo em que a experiência aprendida ou vivida é uma vantagem competitiva para o seu detentor. É por essa razão que se dedica uma parcela substancial do espaço lectivo (10h) com aulas ou seminários proferidos por cientistas e quadros industriais realmente envolvidos na descoberta de medicamentos. Pretende-se que esta vivência estimule a participação e a curiosidade dos estudantes, apontando-lhes um caminho particularmente importante e cientificamente gratificante no domínio das Ciência da Saúde e da Vida o qual se tem vindo a reforçar em Portugal nos últimos anos e já aporta um importante contributo para o produto e balança externa nacionais. A metodologia de avaliação compõe-se de dois momentos: um de avaliação da prestação e capacidade individual (dois testes escritos) e outro da avaliação da capacidade de transmitir, discutir e defender um determinado tópico em público (apresentação final com discussão pública). Cada um dos momentos contribuirá com 50% para a nota final dando assim importância tanto à prestação escrita como à prestação oral do estudante.

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

The objective of this CU is to introduce the students to the structured knowledge of the practical methods used in the drug development process in order to make them professionally competent and creative. The transmission and acquisition of this kind of knowledge can be appropriately done through presential lecturing and tutorial sessions provided they are prepared to present and discuss a large and varied number of examples and Case Studies. To this end, access to a large collection of materials of this type will be provided to the students for non-presential study. Such teaching must contemplate cases with either positive or negative consequences and outcomes. In this area, the more extensive the amount of knowledge of a researcher the higher the chances are of him finding solid and innovative solutions for the problems at hand. This is not an area where deductive reasoning plays a central role, but rather one where learned or lived experience is a strong competitive advantage.

This is the reason why this CU dedicates a substantial slice of teaching space (10 h) to lectures and seminars delivered by scientists or industry staff really involved in drug development. The goal here is to stimulate the curiosity and the participation of the students by showing them an important and rewarding scientific domain within the Life and Health Sciences, which has been gaining momentum during the last few years in Portugal and already provides an important contribution to the national product and to out external payment balance. The methodology of evaluation is composed of two moments: the evaluation of individual performance and capacity (two written tests) and the evaluation of the capacity to convey, discuss and defend a topic in public (final seminar with public discussion). Each moment counts for 50% of the final mark, thus providing some balance between the written and the oral performances of the student.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Graham L. Patrick, An Introduction to Medicinal Chemistry
Gareth Thomas, Fundamentals of Medicinal Chemistry
The Practice of Medicinal Chemistry
Camille G. Wermuth, (Ed) The Practice of Medicinal Chemistry
B. Silverman, The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action
Drug Discovery Today, Elsevier periodical with extensive discussions, updates and case studies in Drug Discovery and Development.*

Mapa IV - Técnicas de Inteligência Artificial para Biologia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Técnicas de Inteligência Artificial para Biologia***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Artificial Intelligence Techniques for Biology***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***I***4.4.1.3. Duração:***Semestral/ Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:14; PL:12***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***Obrigatório***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Pedro Barahona (T:2)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***João Leite (T:6; PL:6)**Ludwig Krippahl (T:6; PL:6)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Esta unidade curricular visa dotar o estudante de competências para:**Compreender:*

- O papel de ontologias e raciocínio simbólico na biologia.*
- Conceitos fundamentais de aprendizagem automática*
- Noções elementares de redes neuronais e aprendizagem profunda.*

Ser capaz de:

- Seleccionar e aplicar correctamente os métodos e modelos abordados a problemas de biologia*
- Avaliar criticamente os resultados obtidos.*
- Utilizar bibliotecas modernas de aprendizagem automática e aprendizagem profunda.*

Conhecer:

- Aplicações de aprendizagem supervisionada e redes neuronais à biologia*
- Ferramentas modernas de IA usadas em biologia.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*This curricular unit aims to provide the student with the skills to:**Understand:*

- The role of ontologies and symbolic reasoning in biology.*
- Fundamental concepts of machine learning*
- Elementary notions of neural networks and deep learning.*

Be able to:

- Select and apply correctly the methods and models addressed to biology problems*
- Critically evaluate the results obtained.*

- Use modern libraries of automatic learning and deep learning.

Know:

- Applications of supervised learning and neural networks to biology

- Modern AI tools used in biology.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1- Introdução à Inteligência Artificial simbólica: representação de conhecimento por ontologias

2- Web semântica e aplicações à biologia.

3- Fundamentos de aprendizagem automática: supervisionada e não-supervisionada; sobreajustamento e selecção de modelos.

4- Modelos de regressão e classificação com redes neuronais artificiais.

5- Introdução à aprendizagem profunda

4.4.5. Syllabus:

1- Introduction to symbolic AI: knowledge representation and ontologies

2- Semantic web and applications to biology

3- Fundamentals of machine learning: supervised, unsupervised, overfitting and model selection

4- Regression and classification models with artificial neural networks

5- Introduction to deep learning

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

Os pontos 1 e 2 abordam técnicas clássicas de IA simbólica, nomeadamente ontologias, importantes para organização de conhecimento biológico (e.g. Gene Ontology) e a semantic web, para integração de recursos distribuídos e inferências sobre bases de conhecimento.

O ponto 3 foca conceitos básicos de aprendizagem automática e serve de fundamento para as redes neuronais artificiais e aprendizagem profunda, nos pontos seguintes, que são técnicas cada vez mais usadas em biologia.

Assim, o programa cobre partes da Inteligência Artificial clássica e técnicas mais recentes de aprendizagem supervisionada que são importantes em biologia.

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

Points 1 and 2 cover classic symbolic AI techniques, namely ontologies, important for organizing biological knowledge (eg Gene Ontology) and the semantic web, for the integration of distributed resources and inferences on knowledge bases.

Point 3 focuses on the basics of automatic learning and serves as a foundation for artificial neural networks and deep learning in the following points, 4 and 5, which are increasingly used techniques in biology.

Thus, the program covers parts of Classical Artificial Intelligence and newer techniques of supervised learning that are important in biology.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As 28 horas de contacto entre estudantes e professores serão divididas em 14 horas de aulas teóricas e 14 de aulas práticas.

As aulas teóricas serão apoiadas por apontamentos fornecidos pelo professor e referências aos capítulos apropriados dos livros recomendados. Cada uma dessas aulas será dividida em aproximadamente 2/3 de exposição e 1/3 de discussão livre com os estudantes.

As aulas práticas consistirão de aulas de exercícios, nas quais os estudantes seguem conjuntos de exercícios fornecidos pelos tutores, bem como aulas de projectos nas quais os estudantes terão apoio para projectos de avaliação concebidos pelos estudantes.

As notas serão determinadas por uma componente teórica composta por dois testes ou um exame e uma componente prática na qual os estudantes resolvem problemas práticos. As duas componentes serão igualmente importantes para a nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The 28 hours of contact between students and teachers will be divided into 14 hours of lectures and 14 of practical tutorial classes.

The theoretical classes will be supported by class notes provided by the lecturer and references to the appropriate chapters of the recommended textbooks. Each of these classes will be divided into approximately 2/3 exposition and 1/3 free discussion with the students.

The tutorial classes will consist both of exercise classes where students follow sets of exercises provided by the tutors as well as project classes where the students can get help for projects of their conception.

Grades will be determined by a theoretical component consisting of two tests or one exam and a practical component in which students solve practical problems. The two components will be equally important for the final grade.

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

A divisão de horas de contacto em 14 horas de palestras e 14 de aulas práticas é consistente com o objectivo de fornecer tanto uma sólida compreensão teórica como a capacidade de resolver problemas, na prática, aplicando esse

conhecimento.

O sistema de classificação também reflecte a igual importância da compreensão teórica e aptidão prática, dando igual peso a ambos os aspectos da unidade curricular.

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

The division of contact hours in 14 hours of lectures and 14 of practical tutorial classes is consistent with the goal of providing both a solid theoretical understanding as well as the ability to solve problems, in practice, by applying this knowledge.

The grading system also reflects this equal importance of theoretical understanding and practical ability, giving equal weight to both aspects of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Mandatory reading:

Goodfellow, Bengio, Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016

Complementary reading:

Géron, Aurélien: Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow: concepts, tools, and techniques to build intelligent systems O'Reilly Media, Inc, 2017

Mapa IV - Métodos Computacionais em Multi-Ómicas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Computacionais em Multi-Ómicas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Computational Multi-Omics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Biol Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Obrigatório

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

João Manuel G. C. Feio de Almeida (T:2)

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

Ana Rita Fialho Grosso (T:10; P:24); Daniel Vieira Noro e Silva Sobral (T:6; P:12); Pedro Manuel Broa Costa (T:3; P:6)

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

1. Compreender abordagens atuais de análise de dados de sequenciação em larga escala para estudo do genoma, transcrito e de fatores de regulação de expressão genética.

2. Adquirir conhecimentos teóricos e práticos na utilização de metodologias computacionais para analisar e integrar dados de Multi-Ómicas.

3. Conhecer as potencialidades da integração de dados de Multi-Ómicas na área das ciências da vida e da saúde.

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

1. *Understand state-of-the-art approaches applied to the study of the genome, transcriptome and transcriptional regulatory factors using high-throughput sequencing data.*
2. *Acquire hands on in depth knowledge concerning the application of computational approaches to analyse and integrate Multi-Omics data.*
3. *Understand the importance of the integration of Multi-Omics data in solving relevant questions in the Life and Health sciences.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Aulas Teóricas:*

1. *Identificação de diferenças nucleotídicas individuais e inferência de potencial impacto funcional.*
2. *Identificação de alterações estruturais.*
3. *Aplicações Biomédicas: estudo de doenças hereditárias, estrutura populacional, estudos de associação de genoma global, análise de sobrevivência.*
4. *Análise de dados de Imunoprecipitação de Cromatina com sequenciação (ChIP-seq)*
5. *Identificação de motivos de sequências em dados de ChIP-seq.*
6. *Análise de dados de Sequenciação do Transcriptoma (RNA-seq).*
7. *Caracterização de perfis de transcriptoma.*
8. *Identificação de genes diferencialmente expressos.*
9. *Integração de dados de Multi-Ómicas.*
10. *Análise e Anotação Funcional.*

Aulas Práticas

Introdução aos tipos de formatos e ficheiros dos dados de sequenciação em larga-escala. Sessões “hands-on” computacionais nas quais serão analisados dados de sequenciação em larga-escala de forma abrangente, desde o pré-processamento de dados até à integração de perfis de Multi-Ómicas e clínicos.

4.4.5. Syllabus:*Lectures:*

1. *Determination of Single Nucleotide Variants and Functional Impact*
2. *Determination of Structural Variants.*
3. *Biomedical Applications: study of diseases with a genetic component, Population Structure, Genome-wide Association Studies (GWAS), Survival Analysis.*
4. *Chromatin Immunoprecipitation Sequencing (ChIP-seq) data analysis.*
5. *Motif discovery from ChIP-seq data.*
6. *Transcriptome sequencing (RNA-seq) data analysis.*
7. *Characterization of the Transcriptome profiles.*
8. *Identification of significant transcriptome alterations.*
9. *Integration of Multi-Omics data.*
10. *Functional Annotation and Analysis.*

Lab Sessions

Introduction to high-throughput sequencing data files and formats. Computational “hands-on” sessions to comprehensively analyse high-throughput sequencing data, from pre-processing raw data to integration of multi-omics and clinical data.

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

Os tópicos de 1 a 8 apresentam as metodologias de análise para detetar alterações genómicas e associação com patologias (tópicos 1,2,3); ligação de factores de transcrição ao DNA (ChIP-seq) (tópicos 4 e 5); alterações do transcriptoma (tópicos 6,7,8). Os tópicos finais são dedicados às metodologias usadas para integrar resultados de abordagens multiómicas com anotações funcionais e informação fenotípica/clínica.

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

Topics 1 to 8 present the methods to determine genomic alterations and association with pathologies (topics 1,2,3); binding of transcriptional regulators to DNA (ChIP-seq) (topics 4 and 5); transcriptome alterations (topics 6,7,8). The final topics are dedicated to the methodologies used to integrate multi-omics results with functional annotation and phenotypic/clinical information.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas consistirão na apresentação de todos os conceitos essenciais de cada conteúdo programático. Nas sessões práticas são discutidos e resolvidos exercícios de aplicação dos conceitos abordados anteriormente em sessões “hands-on” com computador. Privilegiam-se as sessões de discussão durante as aulas práticas, sendo a participação activa dos estudantes monitorizada e avaliada.

A frequência das aulas é fortemente encorajada e obrigatória no caso das aulas práticas. A avaliação consiste na realização de um teste e dois trabalhos de grupo, contribuindo respetivamente para 40% (teste) e 30%+30% (cada trabalho)

da nota final. É obrigatória a realização de todos os elementos de avaliação O teste é realizado individualmente, sem consulta. Os trabalhos de grupo consistirão na análise de conjuntos de dados, interpretação e integração dos resultados.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lectures will consist in the presentation of the essential concepts for each topic. Hands-on exercises will be carried out in practical sessions using computers.

Evaluation will be accomplished in one individual test and two projects to be conducted in small groups, contributing respectively 40% (test) and 30%+30% (group projects) of the final grade. The completion of each evaluation element is mandatory.. The test will be individual, without the possibility to consult bibliography The group project consists in the data analysis, interpretation and integration of results in order to answer a biological question, with further preparation of a scientific manuscript.

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

Os conceitos teóricos necessários para atingir os objetivos de aprendizagem são apresentados e explicados nas aulas teóricas. As metodologias apresentadas são posteriormente aplicadas nas aulas práticas através da análise de dados e resolução de questões científicas. As aulas práticas consistem em sessões “hands-on” com computador usando várias ferramentas bioinformáticas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada no teste individual e nos trabalhos de grupo.

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

The theoretical concepts are expounded and discussed in the lectures. The methodologies presented are applied later in the practical sessions through data analysis and resolution of scientific questions. The practical classes consist in “hands-on” sessions that make use of several bioinformatics tools. The progression will be evaluated through written tests and group projects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Rodriguez-Ezpeleta et al (2012) Bioinformatics for High Throughput Sequencing, Springer Cham

Mapa IV - Modulação da Expressão Genética

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modulação da Expressão Genética

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Gene Expression Modulation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

B

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:64

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Obrigatório

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Paula Maria Theriaga Mendes Bernardo Gonçalves (TP:64)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- Compreender os mecanismos básicos da modulação da expressão genética.
- Ser capaz de distinguir as diferenças principais na regulação da expressão genética em Eucariontes e Procariontes
- Conhecer os protagonistas moleculares que intervêm na iniciação da transcrição em ambos os tipos de células
- Compreender o papel da cromatina na modulação da expressão genética
- Conhecer os principais mecanismos de regulação pós-transcricional
- Conhecer as principais técnicas experimentais para o estudo da regulação da expressão genética, em particular técnicas em larga escala
- Desenvolver competências na utilização de bases de dados relacionadas com a modulação da expressão genética.
- Desenvolver competências de trabalho em grupo e de comunicação

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this course the student will have acquired the knowledge, skills and competences that allow him/her to:*

- Understand the basic mechanisms of Gene Expression
- Be able to recognize the major differences in the regulation of gene expression in eukaryotes and prokaryotes
- To know the molecular protagonists that take part in the initiation of transcription in both types of cells
- Understand the role of chromatin in the regulation of gene expression
- Be familiar with the most important mechanisms of post-transcriptional regulation
- Be familiar with the main experimental techniques for the study of regulation of gene expression in particular high throughput

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Os tópicos abordados nas aulas Teórico-Práticas incluem:*

- 1) Mecanismos básicos da expressão genética: diferenças principais entre eucariontes e procariontes
- 2) RNA polimerases e promotores em procariontes
- 3) Regulação da transcrição em procariontes: ativação, repressão e atenuação
- 4) Mecanismos de regulação da expressão genética em eucariontes
- 5) Loci genéticos associados com Características Quantitativas de Expressão (“eQTLs”)
- 6) Influência da estrutura e modificações da cromatina na regulação da expressão genética
- 7) Mecanismos de regulação pós-transcricional
- 8) RNAs reguladores

*As sessões práticas serão dedicadas à realização supervisionada de trabalhos individuais de índole computacional e monográfica sobre regulação da expressão génica, através da exploração de bases de dados apropriadas tais como Ensembl, GTEX and miRanda.***4.4.5. Syllabus:***Topics covered include:*

- 1) Basic mechanisms of gene expression: major differences between eukaryotes and prokaryotes
- 2) RNA polymerases and promoters in prokaryotes
- 3) Regulation of transcription in prokaryotes: activation, repression and attenuation
- 4) Mechanisms of gene expression regulation in eukaryotes
- 5) Expressed Quantitative Trait Loci (eQTLs)
- 6) Mechanisms of post-transcriptional regulation
- 7) Influence of chromatin structure and modifications on the regulation of gene expression
- 8) Regulatory RNAs

*In the practical sessions students are expected to prepare individual essays under supervision on a topic related to regulation of gene expression, using appropriate databases such as Ensembl, GTEX and miRanda.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***No Mestrado em Biologia Computacional e Bioinformática, ramo Multi-Ómicas para as Ciências da Vida e da Saúde, no contexto do qual esta UC é leccionada, a Modulação da Expressão Genética é central porque está subjacente à maioria dos fenómenos de regulação que se pretende estudar ou modelar. Os conteúdos programáticos escolhidos permitirão ao estudante adquirir os conceitos essenciais à compreensão da regulação genética nos diversos tipos de células.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***In the Master's Degree in Computational Biology, Branch Multi-Omics for Health and Life Sciences, the context in which this UC is taught, the Modulation of Gene Expression is a core subject because it underlies most of the regulatory*

phenomena to be studied or modeled. The chosen syllabus will allow the student to acquire the concepts essential to understand gene regulation in the different types of cells.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas irão estar divididas em 8 sessões durante as quais os alunos aprofundarão em grupos de dois e apoiados pelo professor, os conceitos necessários à compreensão de cada um dos tópicos do programa. O resultado desse trabalho será partilhado pelos grupos no final da sessão recorrendo a pequenas apresentações de powerpoint. A sessão culminará com um resumo das ideias essenciais feito pelo professor.

A classificação (0-20) resultará de 2 contributos:

1)Os alunos pontuarão as apresentações dos seus pares, e o professor pontuará a qualidade da participação individual de cada aluno na discussão. Estas pontuações serão convertidas em notas individuais dos alunos para cada sessão

Este componente contribui com 40% da nota final.

2)Realizar-se-á um pequeno quizz individual no final das sessões

Este componente contribuirá com 30% da nota final

O trabalho individual realizado na componente prática da UC receberá uma classificação de 0-20 que contribuirá para 30% da nota final

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical-practical classes will be divided into 8 sessions during which students will work in groups of two supported by the lecturer, to master the concepts necessary to understand each of the topics of the syllabus. The work will be shared by the groups at the end of the session using small power point presentations. The session will culminate with a summary of the essential ideas by the lecturer.

The grade (0-20) will result from two contributions:

1)Students will score the presentations of their peers, and the lecturer will score the quality of the individual participation of each student in the discussion. These scores will be converted into individual student scores for each session.

This component contributes 40% of the final grade.

2)There will be a small quizz at the end of the sessions

This component will contribute with 30% of the final grade.

The individual essay prepared in the practical sessions will be graded (0-20) and will contribute to 30% of the final grade.

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

A metodologia escolhida, que evita quase completamente a exposição unilateral por parte do Professor, pretende proporcionar um ambiente em que a aprendizagem seja especialmente eficaz por ser proactiva e baseada na troca de conhecimentos entre os participantes. A natureza das aulas teórico-práticas também permitirá o aperfeiçoamento de competências de comunicação oral.

A componente prática desenvolverá as competências de comunicação escrita e de utilização de bases de dados.

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

The methodology chosen, which almost completely avoids unilateral exposure by the lecturer, aims to provide an environment in which learning will be effective because it is proactive and based on the exchange of knowledge between participants. The nature of the Theorectica-practical classes will allow students to improve their oral communication skills. The practical component will develop written communication and database utilization skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Capítulos selecionados do livro Lewin's Genes XII (2018) /Selected Chapters of the book Lewin's Genes XII (2018)*
- *Artigos de revisão relacionados com os temas em estudo/Review articles on appropriate subjects*

Mapa IV - Genómica Evolutiva Avançada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Genómica Evolutiva Avançada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Evolutionary Genomics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Biol Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:11; TP:18

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Obrigatório

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

José Paulo Sampaio (T:2)

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

Patrícia Filipa Homem de Campos Tavares de Brito (T:5; TP:13)

Ana Abecasis (T:2; TP:1,5)

Ana Rita Grosso (T:2; TP:2)

Ricardo Parreira (TP:1,5)

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

Esta unidade curricular proporcionará aos estudantes conhecimentos avançados em Genómica Evolutiva, e assenta sobre os conceitos e metodologias adquiridos durante o primeiro semestre, desenvolvendo-os e aplicando-os a novos desafios. Os estudantes serão expostos aos mecanismos de evolução molecular e a como esses processos afectam a evolução dos genes e genomas. Os estudantes também serão expostos a desenvolvimentos metodológicos recentes bem como a aplicações da Genómica Evolutiva ao estudo da diversidade natural e na investigação biomédica. É pretendido que os estudantes adquiram um pensamento crítico em genómica evolutiva, que saibam reconhecer consequências do processo evolutivo no estudo de genomas e conheçam as metodologias de análise mais relevantes.

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

This course will provide the students with advance knowledge in the field of Evolutionary Genomics growing from the basic concepts and methodologies that were acquired during the first semester. The students will be introduced to the theoretical foundations of the mechanisms of molecular evolution and how these processes affect the evolution of genes and genomes. The students will be also exposed to recent methodological developments in the field as well as applications of Evolutionary Genomics in the study of natural diversity and in biomedical research. It is intended that the students acquire a critical thinking in evolutionary genomics, that they can recognize signals of the evolutionary process in genomes, and understand the most relevant methodologies of analysis.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Mecanismos da evolução molecular
2. Evolução da estrutura do genoma em Eucariontes e Procariontes
3. Inferência filogenética a partir de dados genómicos
4. Genómica populacional aplicada à filogeografia e ao estudo da especiação
5. Evolução das doenças infecciosas em diferentes escalas – estrutura populacional em larga escala, aplicação a estudos de transmissão e evolução intra-hospedeiro.
 - 5.1. Análise comparativa de genomas microbianos e pangenomes
 - 5.2. Evolução viral e epidemiologia molecular
6. Metagenómica na análise do microbiota humano, em saúde e na doença
7. Evolução no cancro: evolução clonal e inferência da diversidade intratumoral

4.4.5. Syllabus:

1. Mechanisms of molecular evolution
2. Evolution of genome structure in Eucaryotes and Prokaryotes
3. Phylogenetic inference from genome-scale data
4. Applied population genomics to phylogeography and speciation
5. Evolution in infectious diseases from large-scale population structure to transmission studies and within-host evolution.
 - 5.1. Comparative analysis of microbial genomes and pangenomes

5.2. Virus evolution and molecular epidemiology

6. Metagenomics in the analysis of Human microbiota in health and in disease

7. Evolution in cancer: clonal evolution and inference of intratumor diversity

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

Os dois primeiros tópicos permitirão aos estudantes uma compreensão aprofundada dos mecanismos que geram e mantêm a diversidade genómica nas populações naturais e como o processo evolutivo tem afetado a evolução de genes e genomas. Nos tópicos 3 e 4, os estudantes serão expostos ao impacto dos dados em escala genómica e das tecnologias de alto débito nas análises filogenéticas e de genética de populações. Os tópicos 5, 6 e 7 são demonstrações de como a Genómica Evolutiva tem sido aplicada à investigação biomédica, em particular no estudo de doenças infecciosas, microbiota e cancro.

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

The first two topics will provide the students with a thorough understanding of the mechanisms that generate and maintain genomic diversity in the natural populations, and how the evolutionary process has been affecting the evolution of genes and genomes. In topics 3 and 4 the students will be exposed to the impact of genome-scale data and high throughput technologies in phylogenetic and population genetic analysis. Topics 5, 6 and 7 are all demonstrations of how Evolutionary Genomics has been applied to biomedical research in particular in the study of infectious diseases, microbiota, and cancer. Students will learn how to compute the most common analysis in Evolutionary Genomics.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino está organizado em aulas teóricas de 90 min e sessões de atividades de aprendizagem activa de 3 horas. As aulas teóricas são dedicadas à apresentação dos principais conceitos, metodologias de estudo na área da Genómica Evolutiva. As sessões de aprendizagem activa serão aulas essencialmente práticas com resolução de exercícios, tutoriais e discussão de artigos científicos. O objetivo destas aulas é proporcionar aos estudantes uma oportunidade de experimentar o processo de análise de dados, adquirir um pensamento crítico em Genómica Evolutiva e ganhar familiaridade com alguns softwares de análise de genomas e proteínas. A avaliação dos estudantes é baseada na avaliação contínua ao longo do semestre (30%), que inclui a preparação para as aulas, assiduidade e participação nas aulas. Os 70% restantes correspondem a um exame final que inclui os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas e durante as sessões de aprendizagem activa

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching is organized in 90 min lectures and 3-hour sessions of active learning activities. During the lectures the students are introduced to main concepts, methodologies, and outstanding questions in the field. Although this is mainly expositive teaching the students are always encouraged to participate in classroom discussions. The active learning sessions are dedicated to computer labs with hands-on exercises, tutorials and journal clubs. The aim of these classes is to provide the students with an opportunity to experience the process of data analysis and acquire a critical thinking in evolutionary genomics. Student evaluation is based on class assessment throughout the semester (30%) that includes class preparation, attendance, and participation. The remaining 70% correspond to one final examination that includes knowledge acquired in the lectures and during the active learning sessions.

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

A organização desta unidade curricular em aulas teóricas e sessões de aprendizagem activa proporcionará aos estudantes a oportunidade de estarem expostos aos principais conceitos teóricos e principais desafios de cada tópico abordado, tendo ao mesmo tempo a oportunidade de ganhar experiência no processo de análise de dados. As aulas práticas favorecerão a solidificação do conhecimento por meio de experimentação, resolução de problemas. A discussão de artigos científicos também são importantes para desenvolver um pensamento crítico e um entendimento das análises disponíveis em Genómica Evolutiva.

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

The organization of this curricular unit in lectures and active learning sessions will provide the students with an opportunity to be exposed to the main theoretical concepts and key challenges of each topic addressed, while having also an opportunity to experience the process of data analysis. The computer labs will favor knowledge solidification through experimentation, problem solving and troubleshooting. Journal clubs are also important to develop a critical thinking and an understanding of the available pipeline of analyses.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Below is a list of main bibliography. In addition to the books listed the students will be asked to read specific research articles that will be provided during class.

*Anisimova, M., Ed. 2012. Evolutionary genomics. Statistical and computational methods, Volume 1 and 2. Springer.
Lemey, P., Salemi, M., Vandamme, A-M., Eds. The Phylogenetic handbook. A practical approach to phylogenetic analysis and hypothesis testing. Cambridge University Press, 2nd edition. 750pp.*

Mapa IV - Tópicos Avançados de Proteómica e Metabolómica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Tópicos Avançados de Proteómica e Metabolómica***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Advanced Proteomics and Metabolomics***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***Biol Comp***4.4.1.3. Duração:***Semestral/ Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:22; PL:7***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***Obrigatório***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rune Matthiesen (T:11; PL:4)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Isabel Abreu (T:4)**Luis Gafeira Gonçalves (T:4; PL:3)**Ana Sofia Carvalho (T:3)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objetivo desta unidade curricular é familiarizar o estudante com a vasta aplicação da proteómica e da metabolómica e com as ferramentas computacionais usadas nestas áreas. O estudante irá compreender o funcionamento e a aplicação das tecnologias usadas em proteómica e metabolómica, em particular, dos métodos de espectrometria e espectroscopia. Adicionalmente, irá conhecer e compreender o funcionamento dos algoritmos usados na análise de dados e será capaz de usar ferramentas de ponta nesta área.

O estudante irá adquirir as seguintes competências específicas:

- 1. Conhecer o vasto número de aplicações da proteómica e metabolómica em biomedicina e ciências agrícolas*
- 2. Conhecer os métodos de espectrometria e espectroscopia usados neste campo, os instrumentos usados e o tipo de dados gerados*
- 3. Saber usar e desenvolver pensamento crítico sobre os métodos computacionais usados nesta área*
- 4. Compreender como a escolha de algoritmos influencia os resultados finais*

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

The overall goal of the course is to familiarize the student to the broad application of proteomics and metabolomics and the software tools used in this area of research. The student will understand how the technologies work and can be applied, in particular he/she will be familiar with spectroscopy and spectrometric methods used. Furthermore, the student will understand how the underlining algorithms used in the data analysis work and will be able to use state of the art tools. The student will acquire the following specific competences:

- 1. Know the broad number of applications of proteomics and metabolomics in biomedicine and agricultural research*
- 2. Know the spectrometric and spectroscopic methods used in this field, the instruments used and the type of data generated*
- 3. Be able to use and develop critical thinking and reasoning on computational methods used in this area*
- 4. Understand how the choice of algorithms influences the final results*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A unidade curricular irá decorrer durante um semestre (14 semanas) com 2 horas de aulas teóricas ou práticas por semana. As aulas teóricas serão aprofundadas com questões para resolver em casa e as aulas práticas incluirão pequenos desafios de programação. A avaliação final será baseada num exame escrito.

Serão abordados os seguintes tópicos:

- Fundamentos de proteómica baseada em espectrometria de massa, preparação de amostras e instrumentação
- Introdução às aplicações da proteómica
- Algoritmos para processamento de espectros
- Pesquisa baseada em bases de dados
- Algoritmos de filtragem de FDR
- Identificação de proteínas
- Algoritmos para sequenciação de novo
- Modificações pós-translacionais
- Proteómica quantitativa e design experimental
- Data standards em Proteómica
- Proteómica de interações
- Introdução às aplicações da metabolómica
- Métodos analíticos para metabolómica: design experimental e análise de dados
- Integração de dados de proteómica e metabolómica

4.4.5. Syllabus:

The curricular unit will run over one semester (14 weeks) with 2 hours of either practical or theoretical lessons per week. The theoretical lectures will be followed up with homework questions and the practical sessions will include small programming challenges. The final evaluation will be based on written exam.

The following topics will be covered:

- Basics of mass spectrometry-based proteomics, sample preparation and instrumentation
- Introduction to applications of MS-based proteomics
- Spectra processing algorithms
- Database dependent search
- FDR filtering algorithms
- Protein inference
- De novo sequencing algorithms
- Post translational modifications
- Quantitative proteomics and experimental design
- Proteomics data standards
- Interaction proteomics
- Introduction to applications of metabolomics
- Analytical methods for metabolomics: experimental design and data analysis
- Integration of proteomics and metabolomics data

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

Os conteúdos programáticos da unidade curricular cobrem as principais aplicações da proteómica e da metabolómica, através de aulas teóricas. Nestas aulas, os estudantes irão adquirir uma visão muito abrangente dos métodos e espectrometria e espectroscopia usados neste campo, dos instrumentos usados e dos dados gerados. Para além disso irão aprender como funcionam os algoritmos de análise de dados e as ferramentas computacionais de ponta usadas para este fim.

A unidade curricular terá também uma forte componente prática focada nas aplicações, onde os estudantes serão treinados a executar os principais métodos de análises de dados, usando ferramentas computacionais de ponta. Serão, por exemplo, treinados a realizar pesquisas baseadas em bases de dados e sequenciação de novo, seguida de validação de resultados. Pequenos desafios de programação irão também desenvolver a compreensão dos estudantes acerca dos algoritmos por trás das ferramentas computacionais usadas nesta área.

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

The course syllabus covers all the major application of mass spectrometry and NMR applied to metabolites and protein analysis through theoretical lessons. In these lessons, the students will acquire a broad perspective of the spectrometry and spectroscopy methods used in this field, of the instruments used and the types of data that are generated.

The curricular unit will also have a strong practical component, where the students will be taught how to perform the major type of data analysis using current state of art software tools, such as database dependent searches and de novo sequencing followed by validation of the results. Simple programming challenges will further improve the students' understanding of the underlining algorithmic ideas behind the software tools. Homework with questions will be handed out in the end of each lecture to evaluate the how well the students absorbs the content of the theoretical lessons.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular incluirá aulas teóricas e práticas:

Aulas teóricas

Em cada semana serão lecionadas aulas teóricas de 1 ou 2 horas, no fim das quais serão distribuídas questões aos

estudantes sobre o tópico apresentado, para garantir que estes mantêm o foco durante as aulas. No fim de cada aula teórica serão distribuídos trabalhos para realizar em casa, que terão de ser entregues na aula seguinte e que poderão ser realizados em grupos de 2-3 pessoas.

Aulas práticas

Serão realizadas aulas práticas, onde os estudantes irão aprender a realizar os tipos mais comuns de análises neste campo. No final das aulas práticas, serão distribuídos pequenos exercícios de programação, a realizar em grupos de 2-3 pessoas, que serão entregues por e-mail.

Avaliação

A avaliação final será baseada num exame escrito, que incluirá uma combinação de perguntas de escolha múltipla e questões abertas e conterá 2-3 questões por cada tópico abordado na unidade curricular.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit will include theoretical and practical classes:

Theoretical classes

Theoretical lessons of one to two hours are presented each week. During the lectures questions on topics just presented will be given to students to ensure the students' attention is turned on. In the end of each theoretical lesson home work is handed out that has to be return in the subsequent theoretical lesson. Home work can be made in groups of 2-3 students.

Practical classes

Practical lessons will teach the students to perform the most common types of data analysis. In the end of practical lessons small programming challenges will be handed out which needs to be turned in by e-mail as group work (2-3 students per group).

Evaluation

The final evaluation will be based on written exam, which includes a combination of multiple-choice questions and open questions. There will be 2-3 question per topic covered during the course.

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

Os trabalhos realizados em casa e as questões feitas nas aulas teóricas têm dois fins. Em primeiro lugar estimulam a atenção dos estudantes e, em segundo lugar, permitem aos docentes avaliar se a mensagem das aulas está a chegar aos estudantes e perceber o nível de conhecimentos adquiridos.

As aulas práticas irão familiarizar os estudantes e ensiná-los a trabalhar com as principais ferramentas computacionais neste campo, o que poderá motivá-los a tentar resolver algumas das limitações destas ferramentas no futuro.

Adicionalmente, os desafios de programação irão consolidar a compreensão de alguns conceitos chave dos algoritmos subjacentes.

O exame final irá, por um lado, motivar os estudantes a aprender e estudar e, por outro lado, permitirá aferir se os estudantes foram capazes de assimilar e consolidar os conhecimentos transmitidos.

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

The homework and the question during theoretical lessons serve two purposes. First, they improve the attention of the students. Second, they provide a way for the teacher to access the teaching performance or level of students during the course.

The practical lessons will familiarize and tech the students to work with the current state of art software tools which might motivate them to solve shortcomings of current software tools in the future. The programming challenges will improve the students' understanding of key concepts of the underlining algorithms.

The graded exam improves students' motivation for learning and studying and, on the other hand, it will enable to evaluate if the students were able to learn and consolidate the knowledge conveyed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. Mass Spectrometry Data Analysis in Proteomics 2 nd edition, Methods in Molecular Biology, 2013*
- 2. Mass Spectrometry Data Analysis in Proteomics 3 rd edition, Methods in Molecular Biology, 2019*
- 3. Discussion on common data analysis strategies used in MS-based proteomics, 2013*
- 4. SIR: Deterministic protein inference from peptides assigned to MS data, 2012*
- 5. PAnalyzer: a software tool for protein inference in shotgun proteomics, 2012*
- 6. MetaboAnalystR: an R package for flexible and reproducible analysis of metabolomics data, 2018*

Mapa IV - Projeto em Multi-Ómicas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto em Multi-Ómicas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Project in Multi-Omics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Biol Comp**4.4.1.3. Duração:***Semestral/ Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***OT:40***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Paula Maria Theriaga Mendes Bernardo Gonçalves (OT:40)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Todos os docentes do Ciclo de Estudos ou Investigadores externos aprovados pelo Coordenador (OT:40)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências na área das aplicações multiómicas (vertentes experimental ou computacional) que lhe permitam:*

- Aperfeiçoar as suas aptidões para o trabalho de investigação nas suas várias vertentes*
- Conduzir autonomamente as várias etapas do processo científico, incluindo a pesquisa de informação, a escrita científica, e a apresentação e discussão de resultados*
- Interagir produtivamente com a equipa de investigação de acolhimento*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this curricular unit the student will have acquired the knowledge, skills and competences in the area of multiomics applications(experimental or computational) that allow him/her to:*

- Improve for laboratory work skills*
- Conduct autonomously the various stages of the scientific process, including information gathering, scientific writing, and presentation and discussion of results*
- Interact productively with the host research team*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Realização de trabalho de investigação computacional ou laboratorial (ou uma combinação de ambos) , escrita, apresentação oral e discussão de um relatório. Prevê-se que a execução laboratorial ou computacional tome cerca de 84 horas, estando aproximadamente o mesmo tempo reservado para o trabalho de pesquisa de informação e da preparação das comunicações oral e escrita.***4.4.5. Syllabus:***Conducting computational or laboratory research work (or a combination of both), writing, oral presentation and discussion of a report. Laboratory or computational work is expected to take about 84 hours, with approximately the same time set aside for literature research work and preparation of oral and written communications.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Sendo uma unidade curricular essencialmente prática, pretende-se que os estudantes adquiram domínio dos vários aspectos do processo científico aplicados ao desafio colocado no seu tema de projeto.*

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

Since the course is essentially practical, it is intended that students acquire mastery of the various aspects of the scientific process applied to the challenge placed on their project theme.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

No sentido de desenvolver capacidade de independência em investigação científica, o estudante vai trabalhar individualmente embora integrado numa equipa de investigação. Deverá fazer pesquisa bibliográfica de um tema de investigação científica; deverá fazer o planeamento do seu projecto e definir a estratégia para atingir os objectivos propostos, incluindo a gestão do tempo da sua execução.

Método de avaliação: Relatório final e Apresentação oral/discussão durante 30'

A avaliação estará a cargo do Coordenador da UC e do orientador; o primeiro garantirá a normalização das classificações entre os estudantes.

A nota final resulta da ponderação de dois componentes: 60% componente prática; 40% relatório, apresentação e discussão.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In order to develop autonomy in scientific research, the student will work individually integrated in a research team. He/She will start by preparing an application to submit to the research team of his/her choice. The student should subsequently conduct bibliographic research on the scientific research topic and plan the project and define the strategy to achieve the proposed objectives, including time management.

Assessment method: Final written report and oral presentation/discussion (30 min.).

Assessment will be in charge of the UC Coordinator and the scientific supervisor; the first will ensure the normalization of grades among students. The final grade results from the weighting of two components: 60% practical component; 40% report, presentation and discussion.

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

No contexto de um ciclo de estudos transdisciplinar, o principal objectivo desta UC optativa será proporcionar aos estudantes que assim o desejem uma oportunidade para aperfeiçoarem também as suas aptidões de investigação numa área da sua preferência. O estudante que deseje aperfeiçoar as suas competências laboratoriais poderá escolher um projecto enquadrado na área do ramo "Multiómicas" mas de índole experimental ou uma combinação de trabalho experimental e computacional.

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

In the context of a transdisciplinary MSc, the main objective of this optional course will be to provide students who so desire with an opportunity to improve their research skills in an area of their choice. Students wishing to improve their laboratory skills may choose a project within the field of the Multiomics branch but experimental in nature or a combination of experimental and computational work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia específica referente ao projecto a desenvolver.

Mapa IV - Métodos Bayesianos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Métodos Bayesianos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Bayesian Methods

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Miguel dos Santos Fonseca (TP:56)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

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

O enorme aumento das capacidades computacionais e a perícia dos modelos bayesianos na análise de estruturas de dados muito complexas, como as que surgem em áreas como a Inteligência Artificial, justificam a pertinência desta UC. O seu objetivo principal é introduzir a abordagem da estatística bayesiana. No final desta UC o estudante deve perceber os princípios que regem a inferência bayesiana, saber incorporar, em problemas variados, o conhecimento existente a priori e a sua correspondente incerteza numa distribuição de probabilidade, saber atualizar a distribuição a priori com os dados de forma a estimar analítica ou numericamente (através de métodos de programação intensiva como o MCMC, Markov Chain Monte Carlo) as distribuições de probabilidade a posteriori e preditiva resultantes, saber usar a modelação hierárquica para representar e analisar sistemas complexos, fazer seleção de modelos e previsão, usando os softwares R-project e OpenBUGS (executado pelo R).

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

The huge increase of computational capabilities and the expertise of Bayesian models on the analysis of very complex data structures, as the ones that come up in areas as Artificial Intelligence, justify the relevance of this CU. Its main objective is to introduce the Bayesian statistics approach. By the end of this CU, a student must understand the principles that rules Bayesian inference, know how to incorporate, in various problems, the existing prior knowledge and its corresponding uncertainty in a probability distribution, know how to update the prior distribution with data to estimate analytically or numerically (through intensive programming methods as MCMC, Markov Chain Monte Carlo) the resulting posterior probability and predictive distributions, know how to use hierarchical modelling to represent and analyze complex systems, how to make model selection and prediction, using the software R-project and OpenBUGS (run in R).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - O paradigma Bayesiano
- 2 - A distribuição a priori e métodos para a sua formulação
- 3 - A função verosimilhança, a distribuição a posteriori, as distribuições marginal e preditiva
- 4 - Inferência bayesiana
- 5 - Markov Chain Monte Carlo, MCMC
- 6 - Qualidade e seleção de modelos
- 7 - Modelos hierárquicos

4.4.5. Syllabus:

- 1 - The Bayesian paradigm
- 2 - The prior distribution and methods for its formulation
- 3 - The likelihood function, the posterior distribution, the marginal and predictive distributions
- 4 - Bayesian inference
- 5 - Markov Chain Monte Carlo, MCMC
- 6 - Model evaluation and selection
- 7 - Hierarchical models

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

Esta UC começa por introduzir no ponto 1 do conteúdo programático o paradigma bayesiano. O ponto 2 é dedicado à quantificação da incerteza da informação existente antes da recolha dos dados na formulação da distribuição a priori. Os pontos 3, 4 e 5 estudam os ingredientes necessários ao objetivo de estimação das distribuições a posteriori, preditiva e marginal, quer de forma analítica, quer de forma numérica, recorrendo aos métodos de programação intensiva de MCMC (Markov Chain Monte Carlo), que permitem aplicar de forma eficiente os métodos bayesianos em modelos complexos. O

ponto 6 refere-se ao objetivo da avaliação da qualidade e seleção de modelos através do estudo de metodologias adequadas, e o ponto 7 detalha os modelos hierárquicos, mais adequados à modelação de dados com estruturas complexas. O uso dos softwares R, OpenBUGS e JAGS, acompanhará as aplicações das metodologias bayesianas aprendidas, de forma mais relevante nos métodos MCMC.

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

This CU begins by introducing, in point 1 of the syllabus, the Bayesian paradigm. Point 2 is dedicated to the quantification of uncertainty of the existing information before data collection, in the formulation of the prior distribution. Points 3, 4 and 5 study the necessary ingredients for the estimation objective of the posterior, predictive and marginal distributions, either in an analytic way, if possible, or using intensive programming methods of MCMC (Markov Chain Monte Carlo), which permits to apply in an efficient way the Bayesian methods in complex models. Point 6 refers to the objective of quality assessment and model selection through the study of adequate methodologies, and point 7 details hierarchical models, more adequate for modelling data with complex structures. Software R and OpenBUGS (are used for running the applications of the Bayesian methodologies learnt, in a more relevant way if MCMC methods are needed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas onde a par com a exposição dos conceitos e resultados fundamentais serão apresentados exemplos ilustrativos desses conceitos e resultados. De seguida são apresentados problemas que são resolvidos em laboratório usando os softwares R e OpenBUGS. Estes problemas são realizados em laboratório, pretendendo-se que os estudantes participem ativamente na sua resolução. Deste modo os estudantes adquirem as competências relativas não só à adequada implementação das metodologias ensinadas em cada situação concreta como também relativas aos softwares estatísticos.

A avaliação consiste na realização de dois trabalhos com relatório e/ou um teste final escrito. Os trabalhos que os estudantes realizam para avaliação podem ser apresentados e discutidos na sala de aula.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lecture-lab classes are the adequate way to convey the course contents to students as, together with the explanation of the main concepts and results, illustrative examples are given. Afterwards, some problems are proposed to students to be solved in a lab using both software R and OpenBUGS, being students supposed to take active part in their resolution. Consequently, students acquire the basic expertise not only of the adequate implementation of the methodologies learned in each concrete situation but also of the application of the statistic software.

The evaluation consists on the resolution of two practical problems with a written report and/or a written final test. The practical problems solved for the evaluation may be presented and discussed by the students in classroom.

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

A forte componente prática desta UC que faz uso intensivo de computação justifica que as aulas sejam teórico-práticas o que permite uma maior proximidade temporal entre a exposição dos resultados e conceitos e a sua aplicação através da implementação computacional dos correspondentes métodos e técnicas. A componente de avaliação em que os estudantes resolvem problemas em grupo e depois apresentam na aula permite que todos os estudantes possam aprender e discutir as diferentes especificidades de cada problema.

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

The strong practical component of this course that makes intensive use of computation justifies the lecture-lab classes which will allow a smaller time gap between the exposition of the concepts and results and their application by the computational implementation of the related methods and techniques. The evaluation component in which students solve the problems in group and then make an exposition to the class permit that all students learn and discuss the different specificities of each problem.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Albert, J. (2009). *Bayesian Computation with R*. Springer.
2. Bernardo J.M. & Smith, A.F.M. (1994). *Bayesian theory*. Wiley.
3. Congdon P (2001). *Bayesian Statistical Modelling*. Wiley.
4. Cowles, M.K. (2013). *Applied Bayesian Statistics. With R and OpenBUGS Examples*. Springer.
5. Gamerman, D. & Lopes, H.F. (2006). *Markov chain Monte Carlo - stochastic simulation for Bayesian inference*. 6. Chapman & Hall/CRC.
7. Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., Rubin, D.B. (2003). *Bayesian Data Analysis (2nd edition)*.
8. Chapman and Hall / CRC, 2003.
9. Gilks, W.R., Richardson, S. and Spiegelhalter, D. (Edts.) (1996) *Markov chain Monte Carlo in Practice*. Chapman and Hall/CRC.
10. Lee, P.M. (2004). *Bayesian Statistics: An Introduction*, 3rd edition, Arnold.

Mapa IV - Imunologia Molecular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Imunologia Molecular***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Molecular Immunology***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***B***4.4.1.3. Duração:***Semestral/ Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:14; TP:14***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Paula Alexandra Quintela Videira - T:14; TP:14***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Durante esta Unidade os estudantes deverão ser capazes de :*

- *Adquirir conhecimento sobre a constituição e função do sistema imunitário.*
- *Adquirir conhecimento básico sobre os mecanismos de resposta imunitária, nas várias fases da resposta imune.*
- *Aprender as bases moleculares e dos mecanismos de reconhecimento antigénico e ativação leucocitária*
- *Identificar o papel das disfunções imunológicas em doenças autoimunes e em imunodeficiências.*
- *Obter competências sobre a aplicabilidade de metodologias/tecnologias empregues no estudo da Imunologia em áreas distintas como investigação básica, diagnóstico e novas terapias.*
- *Adquirir uma visão crítica da dinâmica dos conhecimentos contidos numa ciência de desenvolvimento rápido que se integra em todas outras ciências biomédicas.*

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

- *Acquire knowledge about the constitution and function of the Immune System.*
- *Acquire basic knowledge about the mechanisms of immune response, in the different steps of the immune response.*
- *Learning the molecular basis and mechanisms of antigen recognition and leukocyte activation*
- *Identify the role of immune dysfunction in autoimmune diseases and immunodeficiencies.*
- *Develop skills on the applicability of methodologies / technologies used in the study of Immunology in different areas, such as, basic research, diagnosis and new therapies.*
- *Understand the dynamics of knowledge contained in a rapidly developing science that integrates in all other biomedical sciences.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Elementos e mecanismos da resposta inata**Elementos e mecanismos da resposta adaptativa**Bases da diversidade de reconhecimento antigénico**Imunologia tumoral e da infeção*

*Hipersensibilidade, autoimunidade e imunodeficiências
Imunoterapias*

4.4.5. Syllabus:

*Elements and mechanisms of innate immune response
Elements and Mechanisms of adaptive immune response
Bases of the diversity of antigen recognition
Tumour and infection immunology
Hypersensitivities, autoimmunity and immunodeficiencies
Immunotherapies*

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

A relevância da Imunologia é inequívoca em termos fundamentais para a compreensão dos processos fisiológicos e patológicos e em termos clínicos, no diagnóstico e no desenvolvimento e implementação de novas terapias. Não há um único processo fisiológico ou patológico destituído de aspetos imunológicos.

A Imunologia é particularmente e completamente adequada para a formação científica em qualquer área da saúde. Esta unidade pretende conferir competências ou consolidar o conhecimento dos estudantes na área de Imunologia humana, com destaque para os mecanismos e a complexa inter-relação dos vários braços da resposta imunológica. Devido à grande aplicação a nível clínico, pretende-se fornecer conhecimentos sólidos sobre disfunções imunológicas e a sua transposição para modelos de estudo, e introduzir as técnicas de diagnóstico e as imunoterapias contemporâneas. Será dada uma perspetiva crítica e analítica e simultaneamente integradora da Imunologia em outras áreas das ciências biológicas.

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

The importance of Immunology is unequivocally in providing basis to understand physiological and pathological processes, in clinical diagnosis and in the development and implementation of new therapies.

There is no single physiological or pathological process devoid of immunological aspects. This unity is particularly and completely suitable for scientific training in any area of health. It aims to provide competences or consolidate students' knowledge in the field of human Immunology, focusing on the mechanisms of immune response and the complex interrelationship of the various arms of immunity. Due to its wide application at the clinical level it is intended to provide knowledge about immune dysfunction and its translation into research models, and to introduce diagnostic techniques and contemporary immunotherapies.

The overall aim is to create a critical and analytical perspective, while a comprehensive view of Immunology in other areas of biological sciences is also given.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino desta UC tem um carácter maioritariamente T e TP. Por cada dia, são lecionadas aulas T, com recurso a “data show”, sobre temas de Imunologia, que depois são complementados com aulas TP relacionadas com esse mesmo tema e que incluem apresentação de artigos científicos e trabalhos de grupo. Por cada aula existirão ainda questões de resposta rápida, para serem discutidos em grupo no início do tema seguinte.

O aluno será avaliado de acordo com a média ponderada de: 1) um exame escrito (ponderação 50%) que inclui matéria sobre temas explorados em todas as aulas, 2) apresentação de temas (ponderação 35%); 3) participação e atitude na aula, inclui discussão de artigos a fornecer pelo responsável da UC (ponderação 15%).

Todo o aluno inscrito deverá frequentar pelo menos 75% das aulas.

No caso de melhoria de nota em exame, as notas dos elementos de avaliação dos trabalhos de apresentação e participação nas aulas, mantêm-se. Assim o exame de melhoria contribuirá em 50% para a nota.”

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching of this course comprehends mostly theoretical and theoretical- practical lectures. Per day, there will be theoretical lectures, using “data show”, on topics of immunology, which are then complemented with theoretical-practical sessions related to this theme, including work group of scientific articles and themes. For each class there will exist questions of rapid response, to be discussed in the group at the beginning of the next topic.

The student will be evaluated according to the weighted average of: 1) a written examination (50% weighting) which will include the themes explored in all classes, 2) presentation of themes (35% weighting); and 3) participation and attitude in class, includes discussions of scientific articles provided by responsible of the course (weighting 15%).

Every student enrolled must attend at least 75% of the classes.

In case of repeated discipline, the evaluation obtained by the attendance of lectures and presentations is valid for two years.

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

O ensino desta unidade curricular tem um carácter teórico e teórico/prático que permitirá aos estudantes adquirir e aplicar os conhecimentos na área de Imunologia molecular. Por cada tema será dada ao estudante um questionário de resposta rápida, para ser resolvido individualmente mas que será depois discutido em grupo no início do tema seguinte. Ao longo dos temas serão dados aos estudantes artigos científicos em revistas de alto índice de impacto, que serão depois apresentados pelos próprios estudantes através de seminário e de um pequeno resumo crítico sobre o assunto. Desta

forma, pretende-se atingir e mesmo superar os objetivos da unidade curricular, pois estas metodologias pretendem cativar o estudante desde início para o estudo da Imunologia, fomentar a discussão e crítica, cimentar o conhecimento, permitir inter-relacionar os vários temas entre si e mesmo com outras áreas das ciências biológicas e criar bases para eventual aplicação da Imunologia no seu trabalho futuro.

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

The teaching will include theoretical and theoretical / practical lectures to allow students to acquire and apply knowledge in the field of molecular Immunology. For each topic the student will be given quizzes to be solved individually, which will then be discussed at the beginning of the next topic. Throughout the topics, students will be given papers in peer-reviewed high impact journals that will be presented by the students through group seminars and a short critical summary on the subject. Thus we intend to achieve and even surpass the objectives of the course, because these methodologies are intended to captivate the student from beginning to the study of Immunology, foster discussion and criticism, cementing the knowledge, allow interrelating the various topics among themselves and even with other areas of biological sciences and create the basis for the application of Immunology in their future work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Fundamentos de Imunologia, Lidel - Edições Técnicas, 2ª edição, por Fernando A. Arosa, Elsa M. Cardoso e Francisco C. Pacheco*
 - *Cellular and Molecular Immunology, Saunders/Elsevier, 2011 by Abbas, Lichtman, and Pillai*
 - *Janeway's Immunobiology; Garland Science, by Murphy, Travers, Walport*
 - *Kuby Immunology; Kindt, Goldsby, Osborne*
 - *Artigo científicos publicados em revistas internacionais da especialidade*

Mapa IV - Genética Humana e Oncobiologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Genética Humana e Oncobiologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Human Genetics and Oncobiology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

B

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; OT:5; TP:10

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Maria Alexandra Nuncio de Carvalho Ramos Fernandes (T:21; OT:5; TP:10)

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

<sem resposta>

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

Pretende-se que os estudantes aprendam as bases gerais da hereditariedade mendeliana, cromossômica e multifactorial de modo à compreensão dos desenvolvimentos na área da Genética Médica na era pós-genómica. E que adquiram conhecimentos das bases moleculares e celulares do cancro e do seu desenvolvimento e da terapia em cancro.

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

Students should learn the basic concepts of heredity - Mendelian, chromosomal and multifactorial in order to understand the developments of the Medical Genetic field in the post-genomic era. It is also an aim that the students learn the molecular and cellular bases of cancer and its development and of therapy in cancer.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Cariótipo humano. Anomalias cromossômicas. Tipos de divisão celular: mitose e meiose. Mecanismos de alteração do genoma. Mutações e polimorfismos. Classificação de mutações. Classificação funcional de mutações. Padrões de hereditariedade mendeliana: Hereditariedade mendeliana e outros padrões de hereditariedade. Complexidade em Hereditariedade Mendeliana. Caracteres multifactoriais: Hereditariedade não-mendeliana: complexa (ou multifactorial). Genética de populações. Linkage disequilibrium. Biologia do Cancro. Célula Normal e Tumoral; Invazão e Metastização. Angiogénese no processo tumoral. Apoptose e Cancro. Oncogenes e genes supressores de Tumores. Agentes químicos e físicos e biológicos como cancerígenos. Diagnóstico e terapia em cancro.

4.4.5. Syllabus:

Human karyotype. Chromosomal abnormalities. Types of cell division: mitosis and meiosis. Mechanisms of change in the genome. Mutations and polymorphisms. Classification of mutations. Functional Classification of mutations. Mendelian patterns of inheritance. Complexity in Mendelian Heredity. Multifactorial character: Non-Mendelian Inheritance: complex (or multifactorial). Determination of a multifactorial disease or character. Population genetics. Linkage disequilibrium. Cancer Biology. Normal and Tumor Cell; Metastasis. Angiogenesis in the tumor process. Apoptosis and Cancer. Oncogenes and tumor suppressor genes. Chemical and physical agents and biological agents as carcinogens. Diagnosis and therapy in cancer.

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

Cada ponto dos objectivos e dos resultados de aprendizagem são endereçados por um ou mais pontos do programa de forma integrada. Programa e conteúdos elencados de acordo com os programas de UC afins (integração de conhecimentos e competências) e fortemente apoiados na estrutura da bibliografia.

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

Each objective and learning outcome addressed by one or more of the program in an integrated way. The program and content are organized taking into account the remaining UC within the study cycle (knowledge and skill integration), which are supported by the bibliography structure.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas expositivas; Apresentações em powerpoint fornecidas; Fichas de Exercícios fornecidas

Exame teórico - 60% Nota final

Seminário (Monografia + Apresentação oral + discussão) - 40% (A presença nas aulas da apresentação e discussão de seminário é obrigatória para obter frequência à disciplina). É necessária uma nota superior a 9,5 (em cada uma das componentes) para ter aproveitamento à disciplina.

Melhoria de nota - o exame oral vale 100% da NF

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Students will have at their disposal PowerPoint presentations of the classes (different topics of discussion as well as scientific papers important for their formation). Exercises'.

Exam - 60% final grade (it should be > 9.5/20)

Seminar (Monography + Oral presentation + discussion) - 40% (students must be in those classes in order to have frequency to this UC) (it should be > 9.5/20)

Oral exams (for students who pass) - 100% of Final grade

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

Esta disciplina pretende fornecer uma boa formação na abordagem das áreas da genética humana e da biologia do cancro. Nesse sentido é fundamental conjugar uma boa formação teórica com as competências teórico-práticas. A estruturação desta disciplina foi montada de modo a que a formação teórica permita aos estudantes uma boa percepção das aplicações práticas permitindo-lhes assim, desenvolver a capacidade de resolução de problemas quotidianos na prática clínica da genética e da biologia do cancro que serão cruciais para a sua futura formação académica ou profissional.

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

This subject seeks to supply the students with a strong formation in human genetics and cancer biology areas. To accomplish that goal, it is instrumental to combine a solid theoretical knowledge with well-developed practical (exercise's) capabilities. The structure of this subject was set to allow the students to connect both components of the course, preparing them to solve different problems of the clinical practice or cancer biology crucial for future steps of their academic or scientific formation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Principles of Medical Genetics. 3rd Edition Thomas D. Gelehrter, Francis S. Collins, e David Ginsburg
Human Molecular Genetics 3rd edition Strachan and Read. USA
Modern Genetic Analysis integrating genes and genomes, 2nd Edition Griffiths et al. , W.H. Freeman ,N.Y, USA
Medical Genetics. 3rd Ed., Jorde, L. B., Carey, J. C., Bamshad, M. J. &White,R.L.(2003). Mosby Elsevier, USA.
Human Genetics – concepts and applications. 6th Ed.. Lewis, R. (2005). Mc GrawHill. USA.
A Practical Guide to Human Cancer Genetics. Shirley Hodgson, William Foulkes Paperba.. Cambridge University Press
2007
Cancer Biology. Raymond W Ruddon. Oxford University Press. 2007*

Mapa IV - Biomedicina Molecular**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Biomedicina Molecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecular Biomedicine

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

B

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:40; OT:10

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista (TP:20; OT:10)

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

Maria Alexandra Nuncio de Carvalho Ramos Fernandes (TP:20; OT:10)

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

O objetivo geral de aprendizagem é o de sensibilizar o estudante para a importância da Biomedicina Molecular em geral e do seu impacto no campo da biomedicina.

Objetivos específicos: Aplicações biomédicas, aplicações de estruturas moleculares em biomedicina: diagnóstico e terapêutica; smart design; nanobiotecnologia e investigação biomédica.

Desenvolver competências de utilização de conhecimentos teóricos para utilização de estruturas moleculares em

aplicações biomédicas; discussão crítica de trabalhos científicos.

Trabalho em grupo e capacidade de participação em discussão científica sobre o tema.

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

The main objective is to provide students with an overview of the use of molecular technologies in medicine and the relevance of Biomedicine in research.

Specifically, to investigate application of molecular structures in biomedicine: diagnostics and therapeutics; biomedical applications; smart design; nanotechnology for biomedicine.

Arguing and discussion skills based on critical evaluation of molecular biomedicine studies and applications.

Team work skills and scientific discussion

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Mecanismos Moleculares de controlo celular
2. Molecular actuators
3. Smart design de estruturas moleculares
4. Aplicação em biossensores
5. Estratégias de terapêutica molecular
6. Therapeutic nucleic acids: silenciamento génico e compensação genómica
7. Modelos in vitro em biomedicina
8. Modelos in vivo em biomedicina
9. Drug discovery, desenvolvimento e validação
10. Bionanotecnologia e Bionanomáquinas
11. Sistemas de Regeneração
12. Translação para sociedade, bioética e regulamentação

4.4.5. Syllabus:

1. Molecular mechanisms in cell control
2. Molecular actuators
3. Smart design of molecular structures
4. Biosensing applications
5. Molecular therapeutics
6. Therapeutic nucleic acids: gene silencing and dose compensation
7. in vitro models
8. in vivo models
9. Drug discovery, development and validation
10. Bionanotechnology and Bionanomachines
11. Regenerative systems
12. Translation, ethical and societal impact, regulation.

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

A relevância dos aspetos biomoleculares na medicina moderna e na atualidade, a produção, validação, manipulação e utilização de sistemas é abordado genericamente através da introdução de tópicos. A aplicação direta em biotecnologia e em biomedicina é apresentada, com ênfase na caracterização molecular e aplicação em sistemas de deteção e dispositivos biomédicos. Relação com Bionanotecnologia e resolução à escala molecular são fundamentais. A discussão destes temas (case study) é fundamental.

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

The relevance of molecular mechanisms in modern biomedicine and in biopharma applications are discussed and students ought to argue current trends in technology for biomedical applications. Biomedical application is presented with strong emphasis on the molecular characterisation. Suitable applications in biomedical technologies and research (disease, therapeutics, etc), including devices (detection and diagnostics). Current trends in bionanotechnology and molecular scale are fundamental issues. All these are addressed via case study discussion.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricopráticas (3 h) para exposição de matéria e resolução de problemas/casos práticos de aplicações.

Apresentação de artigos e discussão em equipa. estudantes trabalham em grupo preparando um trabalho.

Apresentam e discutem com o resto da aula.

Convidados – especialistas em áreas particulares – apresentam tópicos/seminário nas aulas TP.

Preparação de monografia e apresentação oral.

Avaliação: Apresentação e discussão de artigos científicos (20%); Monografia sobre um tema proposto (25%), apresentação e discussão oral do tema da monografia (55%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

TP (3h) for thematic exposition and case study discussion and presentation. Paper presentation and discussion (team work). Students are evaluated also on the participation in scientific discussion on presented papers.

Monograph is prepared and publically presented.

Invited lectures will present recent scientific achievements.

Evaluation: Scientific paper presentation and discussion (20%); monograph on a theme (25%); oral presentation and discussion of monograph (55%).

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

Tópicos programáticos são primeiramente introduzidos em apresentações Teóricas, seguindo-se discussão de artigos científicos sobre essas temáticas – desta forma pretende-se apresentar e discutir os temas propostos.

As monografias, com apresentação e discussão pública, permitem relacionar as matérias apreendidas sobre os vários aspetos da Biomedicina Molecular enquanto se desenvolvem competências de apresentação, discussão e crítica de trabalho científico.

Sistema baseado no trabalho do estudante e focado na aprendizagem em grupo. Uma variação de TBL.

Focado na discussão de conceitos para adquirir competências críticas de análise em Biomedicina molecular

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

Topics are introduced by the lecturer, and then recent papers are discussed on the thematic issue. Monograph and its public presentation and discussion allow to relate themes and integrate current knowledge and trends in molecular biomedicine skills are developed through learning to discuss and argue about the molecular mechanisms involved in real situations/application in Biomedicine.

Learning based on the students' work and focused on a TBL based approach.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

New Advances on Disease Biomarkers and Molecular Targets in Biomedicine; 2013; ISBN-13: 978-1627034555 ISBN-10: 1627034552

Biomedicine; 2012; ISBN 978-953-51-0352-3

Systems Biomedicine: Concepts and Perspectives; 2009; ISBN: 978-0-12-372550-9

Complex Systems Science in Biomedicine; 2006; ISBN: 978-0-387-30241-6; 978-0-387-33532-2

Mapa IV - Neurobiologia da Doença

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Neurobiologia da Doença

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Neurobiology and Disease

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

B

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:10,5; TP:14

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Margarida Casal Ribeiro Castro Caldas Braga (T:10,5; TP:14)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***O objectivo fundamental desta UC é a aquisição de conhecimentos sólidos no que diz respeito aos processos celulares e moleculares envolvidos no aparecimento e progressão de diversas doenças neurodegenerativas.**Pretende-se o estudante adquira competências de pesquisa de literatura recente sobre temas leccionados e consiga fazer uma exposição e discussão crítica de trabalhos científicos, bem como delinear um mini-projeto científico.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The fundamental objective of this course is the acquisition of solid knowledge regarding the cellular and molecular processes involved in the onset and progression of various neurodegenerative diseases.**It is intended the student acquires research skills of recent literature on subjects taught and can make a critical exposition and discussion of scientific works, as well as outline a scientific mini-project.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. Breve perspectiva histórica do conhecimento da função nervosa. Métodos de exploração da função neural: TAC, MRI, FMRI, SPECT, PET. Associação lesão/função e ativação/função. Casos paradigmáticos
2. Doenças neurodegenerativas: princípios gerais e modelos de estudo. Definição de alvos terapêuticos em doenças neurodegenerativas.
3. Neuroinflamação
4. Etiologia e neuropatologia da doença de Parkinson
5. Etiologia e neuropatologia da doença de Alzheimer
6. Etiologia e neuropatologia da esclerose múltipla
7. Etiologia e neuropatologia da esclerose lateral amiotrófica

4.4.5. Syllabus:

1. Brief historical perspective on the knowledge of the neural function. Methods for studying the neural function: ACT, MRI, FMRI, SPECT, PET. Association lesion/function and activation/function. Paradigmatic cases.
2. Neurodegenerative diseases: general principles and models. Definition of therapeutic target in neurodegenerative diseases.
3. Neuroinflammation.
4. Etiology and neuropathology of Parkinson's disease.
5. Etiology and neuropathology of Alzheimer's disease
6. Etiology and neuropathology of multiple sclerosis
7. Etiology and neuropathology of amyotrophic lateral sclerosis

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*No ponto 1 do será apresentada a organização funcional do sistema nervoso, não só anatomicamente, mas também do p.v. funcional. Serão dados exemplos clássicos de casos que permitiram entender a função de diferentes regiões do encéfalo (associação lesão/função), e também serão apresentadas metodologias que permitem relacionar activação cerebral/função. No ponto 2 discutiremos os fundamentos gerais comuns à patogénese de diversas doenças neurodegenerativas e falaremos de alvos terapêuticos e possíveis novas abordagens terapêuticas. No ponto 3 será caracterizada a neuroinflamação, identificadas as células participantes e as moléculas envolvidas, em situação de homeostasia e doença. Nos pontos 4 a 7 serão estudados os mecanismos celulares e moleculares que desencadeiam diferentes doenças neurodegenerativas, do desenvolvimento de fármacos e de terapias celulares e regenerativas.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***In point 1 it will be presented the functional organization of the nervous system, anatomically and functionally. Classical examples of cases that allow the understanding of the function of different regions of the brain (lesion / function association) will be given, and methodologies that relate cerebral activation / function will also be presented. In section 2 we will focus on the general mechanisms underlying neurodegenerative diseases and will discuss therapeutic targets and possible new therapeutic approaches. In section 3 we will characterize neuroinflammation, identified the participating cells and the involved molecules, in situation of homeostasis and disease. In points 4 to 7 we will be study the cellular and molecular mechanisms that trigger different neurodegenerative diseases.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***As aulas T são baseadas em livros de texto e artigos científicos recentes . As aulas são na generalidade do tipo expositivo, com recurso a data show.**Nas aulas P são aplicados experimentalmente os conhecimentos adquiridos nas aulas T e realizados exercícios para aplicação da matéria.**Os documentos e os slides relativos a cada aula são fornecidos aos estudantes via página moodle da disciplina.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures are based on books and scientific papers, and multi-media facilities are used.

On Lab sessions students are encouraged to participate with oral presentations and exercises solving moments and performe different experimental assays.

All documents and slides used in each classe are available on course's moodle page.

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

Durante as aulas teóricas e práticas é fomentada a discussão das matérias leccionadas. Adicionalmente, os estudantes aplicam nas aulas práticas métodos que ilustram as matérias teóricas leccionadas e interpretam os resultados o que contribui para a assimilação aprofundada dos conceitos.

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

During the theoretical and practical classes the discussion of the subjects taught is encouraged. In addition, students will perform practical experiments that illustrate the theoretical lessons taught and interpret the results, which contributes to the in-depth assimilation of concepts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Neuroscience. D Purves et al. 4th Ed. Sinauer Associates Inc Publishers, Sunderland, Massachusetts USA

Basic Neurochemistry. Molecular, cellular and medical aspects. Siegel et al. 6th Ed. Lippincott Williams & Wilkins

Principles of Neural Science, Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM 4th Ed, McGraw-Hill, USA, 2000

Molecular Cell Biology. Lodish et al. 7th Ed. WH Freeman & Company, NY, 2012

Molecular Biology of the Cell, Alberts et al, 5th Ed. Garland Science, NY, 2007

Artigos científicos seleccionados

Mapa IV - Bioquímica Estrutural**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Bioquímica Estrutural

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Structural Biochemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Bq

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:14; PL:14; S:10; OT:5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Maria João Lobo de Reis Madeira Crispim Romão (T:28; TP:14; PL:14; S:10; OT:5)

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

<sem resposta>

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

Esta UC tem como objectivo fornecer ao estudante o conhecimento necessário para a determinação e análise da estrutura 3D de proteínas e ácidos nucleicos utilizando técnicas de Cristalografia de Raios-X, Crio-EM e RMN.

Com esta UC o estudante deverá dominar várias ferramentas computacionais on-line assim como diversos programas para tratamento de dados e de visualização e representação molecular.

Competências de análise estrutural:

- *Cristalografia de raios-X: obtenção de cristais de proteínas; medição e processamento de dados de difracção; métodos de resolução estrutural; validação e análise das estruturas.*
- *Crio-EM: conhecimentos acerca das principais metodologias, vantagens e limitações.*
- *RMN: processamento de espectros; metodologias para determinação de estruturas de proteínas em solução; validação e análise de estruturas; estudo da interacção proteína-ligando e outras aplicações.*
- *Aplicação dos conhecimentos à análise de case studies.*

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

The aim of this UC is to provide the necessary background and know-how for the determination and analysis of the 3D structures of proteins and nucleic acids using X-ray Crystallography, Cryo-EM and NMR.

With this CU, the student should be able to use on-line computational tools as well as programs for data processing, visualization and molecular representation.

For the structural analysis, the student should be able to:

- *In X-ray crystallography: obtain and characterize protein crystals; measure and process diffraction data; use programs for structure solution, validation and structure analysis.*
- *In Cryo-EM: learn about the main methodologies, advantages and limitations.*
- *In NMR: spectra processing; methodologies for solving protein structures in solution; analysis and validation; different approaches for studying protein-ligand interaction; other applications of NMR.*
- *Analysis of case studies.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1-Introdução à Bioquímica Estrutural

2- Introdução à cristalografia de raios-X; Cristais de proteínas, simetria e grupos espaciais; Difracção de raiosX e lei de Bragg; Espaço recíproco e a esfera de Ewald; O “problema da fase” e métodos para a sua resolução (MIR/SIR, MAD/SAD e MR); Construção de um modelo estrutural; Métodos de refinamento e convergência;

Critérios de validação.

3- Introdução à RMN / Revisão de conceitos básicos. Obtenção de informação estrutural; determinação de estrutura de proteínas. Dinâmica de proteínas por RMN. Interacção de proteínas com ligandos/pequenas moléculas/RNA.

4- Crio-Microscopia electrónica (Crio-EM); Técnicas de reconstrução de imagem; Cristalografia de Electrões.

5- Interpretação dos resultados estruturais - Critérios de Validação. Qualidade do modelo e precisão da estrutura 3D.

Bases de dados estruturais. Comparação de estruturas resolvidas por raios-X, RMN e Crio-EM.

6 - Análise de case studies

4.4.5. Syllabus:

1 – Introduction to Structural Biochemistry

2- Introduction to X-ray crystallography; protein crystals, symmetry and space groups; Diffraction and the Bragg’s law; Reciprocal space and the Ewald sphere; The “phase problem” and methods to solve it (MIR/SIR, MAD/SAD and MR); Building a structural model; Refinement methods and convergence; Validation criteria.

3- Introduction to Nuclear Magnetic Resonance/overview of basic principles; Obtaining structural information; Determination of protein structures; Protein dynamics by NMR. Interaction of proteins with ligands/small molecules/RNAs. Complementary techniques for imaging.

4- Cryo-Electron Microscopy (Cryo-EM): Image reconstruction and Electron Crystallography.

5- Interpretation of structural results - Validation Criteria; Quality of the model and accuracy of the 3D structure; Structural data bases; Comparison of structures solved by X-ray, NMR and Cryo-EM.

6 – Analysis of case studies.

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

A Cristalografia de raios-X e a espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear, em conjunto com a CrioMicroscopia Electrónica, são actualmente as técnicas mais importantes em Bioquímica Estrutural permitindo determinar a estrutura 3D de macromoléculas biológicas (proteínas e ácidos nucleicos). Esta UC desenvolve os conceitos fundamentais de cada uma das técnicas, de modo a permitir ao estudante a aquisição dos conhecimentos necessários para a determinação de estruturas de proteínas com resolução molecular a atómica.

Cada uma destas 3 técnicas permite a determinação da estrutura de moléculas biológicas de diferentes dimensões e características, e cada técnica apresenta vantagens e limitações. Com os conhecimentos adquiridos nesta UC, o estudante saberá igualmente identificar qual a técnica mais adequada ao problema de análise estrutural em estudo.

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

X-ray Crystallography and Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy, together with Cryo-Electron Microscopy, are currently the most important techniques in Structural Biochemistry, allowing to determine the 3D structure of biological macromolecules (proteins and nucleic acids). This CU develops the basics of each technique, allowing the student to acquire the knowledge necessary for the determination of protein structures with molecular to atomic resolution. Each of these 3 techniques allows the determination of the structure of biological molecules of different sizes and characteristics, and each technique has advantages and limitations. With the knowledge gained from this CU, the student will also be able to identify the technique most appropriate to a certain structural analysis problem.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas (teóricas, práticas e teórico-práticas) são dadas utilizando apresentações em Power-Point com recurso a animação 3D e bases de dados on-line. As aulas teórico-práticas decorrem numa sala devidamente equipada com computadores e software dedicado a cada trabalho específico; cada sessão tem um protocolo experimental onde é proposto um problema que deverá ser respondido por cada grupo (de dois estudantes) em forma de relatório. As aulas práticas decorrem nos laboratórios de Raios-X e de RMN e permitem aos estudantes interagir com os investigadores envolvidos e utilizar os respectivos equipamentos.

Como aplicação dos conhecimentos adquiridos os estudantes terão que interpretar um tema proposto e fazer uma exposição oral de 15-20 minutos, seguida de discussão.

A avaliação baseia-se numa média ponderada dos relatórios e participação nas aulas práticas, dos seminários apresentados e de um exame final (teórico).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

All classes (theoretical, practical and problem-solving) are given using Power-Point presentations using 3D animation and databases online. The practical and problem-solving classes take place in a room fully equipped with computers and software dedicated to each specific task; each session has an experimental protocol where a problem is proposed that must be answered by each group (two students) in report form. Practical classes take place in the X-ray and NMR labs, allowing the students to interact with the researchers directly involved and use the equipment.

In order to apply the acquired knowledge, the students will have to interpret a proposed topic and make an oral presentation of 15-20 minutes, followed by discussion.

The evaluation is based on a weighted average of the reports and participation in practical classes, seminars and a final exam (theory).

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

A UC baseia-se na complementaridade da leccionação de aulas práticas e teórico-práticas de modo a explorar e desenvolver os conteúdos expostos nas aulas teóricas. O estudante pode apreender os conceitos através da sua aplicação prática, utilizando software e ferramentas on-line.

As aulas teórico-práticas com apresentação de relatórios do trabalho desenvolvido, nomeadamente na utilização de programas para tratamento de dados e de visualização e representação molecular, possibilitam ao estudante acompanhar os conteúdos e desenvolver os conhecimentos necessários à preparação do trabalho/relatório final e à apresentação dos seminários.

Em algumas das aulas práticas existe um contacto directo dos estudantes com a investigação que é realizada pelo corpo docente o que lhes permite acompanhar um trabalho "hands on" com acesso ao equipamento adequado.

Apesar de se tratar de uma UC de índole essencialmente prática, é importante a existência de uma componente do exame teórico, como modo de avaliar conceitos básicos fundamentais.

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

The CU is based on the complementarity of practical and problem-solving lessons in order to explore and develop the contents of the lectures. In this way, the student may learn the concepts through its practical application, using software and on-line tools.

The practical and problem-solving lessons that involve writing short reports, including the use of programs for data processing and visualization and molecular representation, enable the student to follow the topics taught at the lectures, and develop the know-how needed to prepare the final report and to present the seminars.

In some of the practical classes there is a direct contact of the students with the research being carried on by the teachers, which enables them to accompany "hands on" work with access to the adequate equipment.

Although this CU is essentially of practical nature, it is important that there is also a component of a final exam, in order to evaluate basic fundamental concepts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Structural Biology, Practical NMR applications, Quincy Teng, Springer (2005)

"Introduction to Protein Structure" Branden, C.-I. & Tooze, J. Garland Pub. (1999)

"Crystallography made Crystal Clear- A Guide for users of Macromolecular Models" G. Rhodes, 2nd Ed., Academic Press: San Diego, London (2000)

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Biologia de Sistemas***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Systems Biology***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***Biol Comp***4.4.1.3. Duração:***Semestral/ Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; PL:42***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Isabel Cristina de Almeida Pereira da Rocha (T:28; PL:19)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Rui Oliveira (PL:10); Rafael Sousa Costa (PL:13)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

-Proporcionar as bases teóricas para efectuar modelação de sistemas biológicos, nomeadamente os que envolvem processos metabólicos e regulatórios;
-Identificar e descrever as metodologias de representação matemática de processos celulares complexos;
-Implementar, com recurso a linguagens de programação, modelos de processos metabólicos;
-Enumerar e explicar as principais metodologias analíticas utilizadas para a quantificação do transcriptoma, proteoma, fluxoma e metabolome;
-Aplicar ferramentas de análise de dados à escala genómica e desenhar estratégias com vista à sua integração com modelos celulares;
-Aplicar as metodologias de integração de dados à escala genómica à resolução de problemas de engenharia metabólica, identificação de funções de genes e de desenho de fármacos.

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

-To provide the theoretical basis for modelling biological systems, namely the ones that involve metabolic and regulatory processes;
- To identify and describe the methodologies for the mathematical representation of complex cellular processes;
- To implement and simulate, using programming languages, mathematical models of metabolic processes;
- To enumerate and explain the main analytical methodologies for the quantification of the transcriptome, proteome, fluxome and the metabolome;
- To apply tools for the analysis of genome-scale data and to design strategies for the integration of these data with cellular models;
- To apply models and data integration methodologies to solve different problems in the fields of synthetic biology, metabolic engineering, functional genomics and drug discovery.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Modelação matemática de Sistemas Biológicos: modelos dinâmicos e modelos estequiométricos. Simulação por equações diferenciais e análise de fluxos metabólicos. Metabolic Control Analysis. Representação por grafos. Modelos

estocásticos.

- Modelos metabólicos, regulatórios e de transdução de sinal.
- Reconstrução de modelos
- Metodologias Analíticas para quantificação e caracterização do transcriptoma, proteoma, fluxoma e metaboloma: RNA-seq, microarrays de DNA, Espectrometria de Massa, e cromatografia -espectrometria de massas;
- Integração de dados com modelos celulares;
- Utilização de modelos e dados na resolução de problemas de biologia sintética, engenharia metabólica, genómica funcional e descoberta de novos fármacos

4.4.5. Syllabus:

- *Mathematical modelling of biological systems: dynamic and stoichiometric models. Simulations using differential equations and metabolic flux analysis. Metabolic Control Analysis. Graph theoretical representation. Stochastic modelling.*
- *Metabolic, regulatory and signal transduction models - Model reconstruction*
- *Analytical methods for the quantification and characterization of the transcriptome, metabolome, fluxome and metabolome: RNA-seq, DNA microarrays, Mass spectrometry chromatography-mass spectrometry.*
- *Integration of omics data with cellular models*
- *Utilization of models and omics data to problems in sytnthetic biology, metabolic engineering, functional genomics and drug targeting.*

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

Nesta unidade curricular pretende-se transmitir aos estudantes um conjunto de conceitos e técnicas relativas à análise computacional de dados biológicos, incluindo análises de dados em larga escala (dados de expressão, entre outros) e à modelação de sistemas biológicos com uso dos mesmos dados para construção e validação dos modelos criados. O programa aborda, numa primeira fase, as diferentes formas de modelação disponíveis, incluindo a sua caracterização matemática, os pressupostos utilizados e as principais aplicações. Finalmente, são apresentadas as formas de obtenção e a estrutura de dados em larga escala que podem ser utilizados em conjugação com modelos biológicos ou isoladamente em aplicações como a descoberta de novos medicamentos ou a melhoria de processos industriais.

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

The main purpose of this curricular unit is to provide the students with a set of concepts and techniques related with the computational analysis of biological data, including analysis of high-throughput data (expression data, among others) and biological systems modeling, that may use the referred data for model construction and validation. For those purposes, the program includes, at a first stage, different modeling methods, including their mathematical formulation, the assumptions used and the main applications. Finally, the analytical procedures and data structures for large-scale datasets are presented. These data can be used together with mathematical models or in isolation in applications such as the discovery of new drug targets or the improvement of industrial processes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino assente em aulas teóricas com resolução de exercícios práticos com recurso a diferentes ferramentas de software ou com desenvolvimento de programas em Python pelos estudantes. A avaliação dos estudantes incluiu a classificação obtida nos testes sumativos ao longo do semestre e a classificação obtida em alguns trabalhos de grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies are based on theoretical classes with practical exercises solved using different free software tools or by the developments by the students of programs in Python. The students' evaluation combines the marks obtained in written examinations during the semester and the marks obtained in the group projects.

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

As aulas desta UC incluem aulas de tipologia teórica, sendo adotada uma metodologia de ensino dinâmica e interativa através da apresentação pelo docente dos conteúdos a abordar em diapositivos intercalada com períodos de síntese dos conhecimentos apreendidos e discussão dos mesmos, que permite aos estudantes a compreensão de questões fundamentais relacionadas com as temáticas preconizadas no programa desta unidade curricular. As metodologias de ensino envolvem ainda a resolução de exercícios práticos (tipologia prática) com recurso a programas informáticos (existentes ou desenvolvidos pelos estudantes), levando a uma melhor compreensão das dificuldades inerentes ao tratamento e análise de dados em larga escala e das aplicações industriais dos métodos utilizados.

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

The classes of this Curricular Unit include theoretical topology. The methodology adopted is dynamic and interactive and consists in slides presentations followed by a synthesis and discussion period, aiming at facilitation the understanding of the main concepts exposed. The chosen methodology also includes the students solving a set of tasks either using free software or by developing their own applications in Python (in the practical component), which allows a hands-on experience that facilitates the comprehension of the main difficulties in handling large datasets and of the potential of the methods learnt for industrial applications.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Markus W. Covert. Fundamentals of Systems Biology: From Synthetic Circuits to Whole-cell Models. CRC Press 2014

Systems Biology: Definitions and Perspectives (Topics in Current Genetics). 2007. Lilia Alberghina, Hans V. Westerhoff (Editors)

Bernard Palsson Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks, Cambridge, 2006

Nielsen, J.; Villadsen, J.; Lidén, G. Bioreaction Engineering Principles, 2002, Kluwer Academic

Mapa IV - Simulação Biomolecular**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Simulação Biomolecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomolecular Simulation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Biol Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:26; PL:33

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Cláudio M. Soares (T:11; PL:10)

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

António M. Baptista (T:4; PL:6), João Aires de Sousa (T:4; PL:2), Manuel Melo (T:2; PL:2), Diana Lousa (PL:8), Sara Campos (PL:4), Pedro Matias (T:2; PL:1), Ricardo Louro (T:1), Margarida Archer (T:2)

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

Esta unidade curricular visa dar uma visão geral das principais áreas da Simulação Biomolecular / Bioinformática Estrutural, proporcionando aos estudantes conhecimentos sobre os fundamentos, bem como sobre aplicações práticas em biociências. Os conhecimentos e competências adquiridos nesta unidade curricular permitirão aos estudantes uma compreensão geral da literatura científica da área, utilizar ferramentas de software para abordar problemas científicos que envolvam bioinformática estrutural. Se (individualmente) aprofundarem os seus conhecimentos em áreas seleccionadas, poderão iniciar projectos de investigação supervisionados nessas áreas de trabalho para estudar problemas em biociências.

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

This curricular unit aims at giving a general overview of the major areas of Biomolecular Simulation / Structural Bioinformatics, providing the students with knowledge on the fundamentals as well as on practical applications to biosciences. The knowledge and skills acquired in this curricular unit will allow the students to have a general understanding of the scientific literature in the area, to use general software tools to tackling scientific problems involving

structural bioinformatics, and, by (individually) deepening their knowledge on selected areas, to start supervised research projects in these areas of work to study real-life problems in biosciences.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Os tópicos desta unidade curricular são muito variados, reflectindo as diversas metodologias presentes no campo. Os tópicos abaixo visam cobrir a maior parte do campo a diferentes profundidades.

- 1) Introdução à biologia estrutural, técnicas experimentais para determinação estrutural e bases de dados de dados estruturais.*
- 2) Representação e visualização de estruturas moleculares.*
- 3) Mecânica estatística em modelação biomolecular.*
- 4) Mecânica/dinâmica molecular.*
- 5) Simulação da interacção molecular.*
- 6) Previsão de estrutura de proteínas.*
- 7) Relações Quantitativas de Estrutura-Actividade (QSAR).*
- 8) Introdução à descoberta de drogas usando metodologias de bioinformática estrutural.*

4.4.5. Syllabus:

The topics in this curricular unit are very varied, reflecting the diverse methodologies present in the field. The topics below aim at covering the majority of the field with different depths of coverage.

- 1) Introduction to structural biology, experimental techniques for structural determination and databases of structural data.*
- 2) Representation and visualisation of molecular structures.*
- 3) Statistical mechanics in biomolecular modelling.*
- 4) Molecular mechanics/dynamics.*
- 5) Molecular docking.*
- 6) Protein structure prediction.*
- 7) Quantitative Structure-Activity Relationships (QSAR).*
- 8) Introduction to drug discovery using structural bioinformatics methods.*

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

O número de áreas em bioinformática / simulação biomolecular é substancialmente diverso e esta unidade curricular identifica as mais importantes para fornecer uma base sólida e relevante para os estudantes. Isso permitirá que os estudantes compreendam a literatura científica nos diferentes campos. A profundidade do conhecimento e prática, alcançada pela combinação íntima de aulas teóricas e práticas, permitirá que os estudantes, com um pouco mais de trabalho individual, dominem as diferentes metodologias e sejam capazes de iniciar projectos supervisionados em diferentes áreas.

O conhecimento adquirido aqui será importante para o trabalho em biociências e saúde, incluindo a indústria farmacêutica. Além disso, os estudantes terão a oportunidade de entrar em contacto com pessoas que trabalham com bioinformática estrutural na indústria farmacêutica, que podem dar uma experiência em primeira mão sobre a aplicação dessas metodologias na resolução de problemas reais.

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

The number of areas in biomolecular simulation / structural bioinformatics is substantially diverse and this curricular unit identifies the most important ones to provide a solid and relevant background to the students. This will allow the students to understand the scientific literature in the different fields. The depth of knowledge and practice, achieved by the intimate combination of theoretical and practical classes, will provide the students, with a bit more of individual work, to master the different methodologies and be able to start supervised projects in different areas.

The knowledge acquired here will be important for work in biosciences and health, including the pharmaceutical industry. Additionally, the students will have the opportunity to contact with people working in structural bioinformatics in the pharmaceutical industry, which can provide a first-hand experience on the application of these methodologies to solve real-world problems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas consistirão numa mistura de palestras clássicas e aulas práticas usando computadores e software de última geração nas diferentes áreas. As aulas práticas serão implementadas com os estudantes organizados em pequenos grupos (2 ou 3 estudantes), desenvolvendo protocolos destinados a dar experiência prática nas metodologias usando situações reais. Haverá tutor/es ajudando os estudantes a desenvolver esses protocolos.

A avaliação consiste na avaliação das aulas práticas (50% e exame final (50%). A avaliação das aulas práticas será feita através da análise das respostas escritas pelos estudantes nos protocolos e/ou apresentações de artigos/ tópicos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes will consist in a mix of classical lectures and practical classes using computers and state of the art software on the different areas. The practical classes will be implemented with the students organised in small groups (2 or 3 students), developing protocols aimed at giving practical experience with the methodologies using real situations. There will be tutor/s helping the students developing these protocols.

Evaluation consists on the evaluation of practical classes (50%) and final exam (50%). The evaluation of practical classes will be done by analysing the written answers of the students in the protocols and/or presentations of papers/topics.

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

O objectivo de capacitar os estudantes para abordarem problemas reais com metodologias computacionais, recomenda particularmente uma mistura de palestras e aulas práticas focadas em aplicações reais. Esta mistura fornecerá conhecimento profundo sobre os diferentes temas, bem como uma parcial independência no uso de ferramentas computacionais usadas nos diferentes campos da bioinformática estrutural. A escolha dos tópicos permitirá uma visão ampla sobre o campo, permitindo que os estudantes entendam a literatura da área. A abordagem prática seguida aqui promoverá sua independência para desenvolverem futuros projectos supervisionados.

A avaliação seguirá os mesmos princípios do ensino. Um exame centrar-se-á nos conceitos básicos subjacentes às diferentes metodologias e contribuirá para 50% da nota final.

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

The objective of enabling students to approach real problems with computational methodologies particularly recommends a mix of lectures and practical classes focused on real applications. This mix will provide in depth knowledge on the different subjects as well as partial independence with the computational tools used in the different fields of structural bioinformatics. The choice of topics will allow a broad overview on the field, allowing the students to understand the literature of the area. The hands-on approach followed here will foster their independence in order to develop future supervised projects.

The evaluation will follow the same principles as the teaching. An exam will focus on the basic concepts behind different methodologies and will contribute to 50% of the final grade.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Liljas, A., Liljas, L., Ash, M.-R., Lindblom, G., Nissen, P., Kjeldgaard, M. Textbook of Structural Biology, 2nd ed., World Scientific, 2017
Leach, A. R., Molecular Modelling: Principles and Applications, 2nd ed., Prentice Hall, 2001
Hinchliffe, A., Molecular modelling for beginners, 2nd ed., Wiley, 2008
Frenkel, D., Smit, B., Understanding molecular simulation. From algorithms to applications, 2nd ed., Academic Press, 2001
Allen, M.P., Tildesley, D.J., Computer simulation of liquids, 2nd ed., Oxford University Press, 2017
Chemoinformatics - a Textbook, Gasteiger, J. Engel, T., Eds.; Wiley-VCH: Weinheim, 2003.
Leach, A. R.; Gillet, V. J. An Introduction to Chemoinformatics, 2ª ed.; Springer: Dordrecht, 2007.
Handbook of Chemoinformatics: from Data to Knowledge, Gasteiger, J., Engel, T., Eds.; Wiley-VCH: Weinheim, 2003.
Key papers from diverse fields.

Mapa IV - Inteligência Computacional para a Otimização em Bioinformática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Inteligência Computacional para a Otimização em Bioinformática

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational intelligence for Optimization in Bioinformatics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:14; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:*Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Leonardo Vanneschi (T:14; PL:14)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta unidade curricular apresenta aos estudantes os conceitos básicos de otimização assim como um conjunto de métodos heurísticos para resolver ou aproximar problemas de otimização. Uma atenção especial é dada à fase de modelação de problemas de Bioinformática e Biologia Computacional, onde os estudantes são convidados a enfrentar problemas de otimização reais, formalizando-os e resolvendo-os, com a possibilidade de escolher a solução mais adequada para o efeito. Simultaneamente, esta disciplina deve ajudar os estudantes a fortalecer algumas competências de linguagens de programação, assim como a familiarizar-se com alguns dos mais conhecidos ambientes computacionais.

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

This course introduces students to the basic concept of optimization and to a set of heuristic methods for solving, or approximating, optimization problems. A special focus will be given to the modelling phase of problems in Bioinformatics or Computational Biology, where students will be invited to tackle real-life optimization problems, formalize them and solve them, choosing from time to time the most appropriate solution. At the same time, this discipline should help students to strengthen some bases of programming languages and familiarizing with some of the most well-known computational environments.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Motivações do Curso – Problemas de Otimização*
- *Fitness Landscapes*
- *Hill Climbing*
- *Simulated Annealing*
- *Pesquisa Tabu*
- *Algoritmos Genéticos*
- *Métodos Avançados de Algoritmos Evolucionários*
- *Otimização de enxame de partículas*

4.4.5. Syllabus:

- *Motivations of the course - Optimization Problems*
- *Fitness Landscapes*
- *Hill Climbing*
- *Simulated Annealing*
- *Tabu Search*
- *Genetic Algorithms*
- *Advanced Evolutionary Algorithms methods*
- *Particle Swarm Optimization*

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

A Biologia Computacional é uma área do conhecimento muito sofisticada, que tem vindo a obter uma importância e popularidade crescentes, tanto na indústria como na academia. Uma parte importante desta área de estudo é relacionada com a otimização. Alinhamento de sequências, estudo de redes reguladoras de genes e análise de bases de dados moleculares grandes e complexas são apenas alguns exemplos de um vasto conjunto de casos possíveis. Atualmente, a proliferação de dados torna o uso de técnicas de otimização clássicas não só ineficientes mas, também, muito frequentemente impossíveis de pôr em prática. Assim, é comum aceitar que a Área da Inteligência Computacional deve desempenhar um papel relevante em todas as aplicações onde a otimização lida com enormes quantidades de dados complexos.

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

Computational Biology is a very sophisticated world, which is getting more and more relevance and popularity both in industry and in academia. An important part of this area of study is related with optimization. Sequence alignment, study of gene regulatory networks and analysis of large and complex molecular databases are just some examples of a vast set of

possible cases. Nowadays' proliferation of data makes the use of classical optimization techniques very inefficient, and often impossible in practice. Thus, it is nowadays commonly accepted that Computational Intelligence must play a relevant role in all those applications where optimization must deal with huge amounts of data and complexity.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular está organizada em aulas teóricas e aulas práticas, igualmente distribuídas ao longo do semestre. Os slides e a escrita no quadro são os principais instrumentos pedagógicos utilizados nas aulas teóricas, embora nalguns casos particulares as instalações estejam integradas com o uso de tecnologias mais sofisticadas como interfaces gráficas ou multimédia. A projeção de um ambiente de programação para o desenvolvimento de software é o principal instrumento pedagógico utilizado nas aulas práticas.

A avaliação é obtida por uma média ponderada entre a nota média obtida num conjunto de avaliações ao longo do semestre (40%) assim como um teste final (60%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is organized in theoretical and practical classes, equally distributed along the semester. (Black-)board and slides are the main pedagogic instruments used during the theoretical classes, even though in some particular cases these facilities are integrated with the use of more sophisticated technologies like graphical interfaces or multi-media. Projection of a programming environment for software development is the main pedagogic instrument used in the practical classes. The evaluation is obtained by a weighted average between the average grade obtained in a set of evaluations along the semester (40%) and a final test (60%).

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

As metodologias de ensino têm uma componente teórica que permite aos estudantes entender o principal quadro teórico de problemas de otimização, bem como as condições em que um determinado algoritmo de Inteligência Computacional deve ser usado. A componente prática da metodologia de ensino permite aos estudantes resolver problemas complexos com técnicas avançadas de Inteligência Computacional. O uso de plataformas de software bem estabelecidas, combinadas com conhecimentos teóricos, permite aos estudantes identificar, modelar e resolver problemas do mundo real.

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

The teaching methodologies have a theoretical component that enables students to understand the main theoretical framework of optimization problems, as well as the conditions in which a determined Computational Intelligence algorithm should be used. The practical component of our teaching methodology enables students to solve complex problems with advanced Computational Intelligence techniques. The use of well-established software platforms, combined with theoretical knowledge, will enable students to correctly identify, model and solve real world problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A Gentle Introduction to Optimization. B. Guenin, J. Könemann and L. Tunçel. Cambridge University Press. May 2014.

Online ISBN: 9781107282094. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107282094>.

Computational Intelligence: An Introduction, Second Edition A. P. Engelbrecht. October 2007. Print ISBN:9780470035610.

Online ISBN:9780470512517. DOI:10.1002/9780470512517. John Wiley & Sons, Ltd.

Introduction to Evolutionary Computing, 2nd Edition. A. E. Eiben, J. E. Smith. ISBN:3662448734 9783662448731. Springer Publishing Company, Inc. 2015.

Mapa IV - Desenvolvimento de Bases de Dados e Aplicações para Biologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Desenvolvimento de Bases de Dados e Aplicações para Biologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Database Development and Applications in Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:*T:14; PL:14***4.4.1.6. ECTS:**

3

4.4.1.7. Observações:*Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Jorge Nelson Gouveia de Sousa Neves (T:14; PL:14)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Introduzir os conceitos fundamentais inerentes às bases de dados relacionais nomeadamente modelação de dados – conceptual, lógica e física; normalização; otimização de interrogações, integridade dos dados e gestão de transacções, visando o suporte ao desenvolvimento de sistemas transacionais. Esta unidade curricular dá grande ênfase a uma estruturação teórica dos conhecimentos aliada ao facto de providenciar uma extensiva experiência prática alicerçada na utilização de Sistemas de Gestão de Bases de Dados Relacionais (SGBD) e de ferramentas de modelação de dados. Nos casos práticos será dado particular ênfase à modelação de dados, extração de informação e criação de regras de negócio em contextos funcionais no âmbito da Bioinformática. Esta disciplina deverá fornecer aos estudantes competências de estruturação de informação bem como na utilização da linguagem SQL para interrogação das bases de dados e programação de regras de negócio.

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

Introduce the fundamental concepts inherent to relational databases namely data modeling - conceptual, logical and physical; normalization; interrogation optimization; data integrity and transaction management, aiming to support the development of transactional systems. This curricular unit places great emphasis on a theoretical structuring of knowledge combined with the provision of extensive practical experience based on the use of Relational Database Management Systems (RDBMS) and data modeling tools. In practical cases, particular emphasis will be placed on data modeling, information extraction, and business rule-making in functional contexts within Bioinformatics. This course should provide students with the skills of structuring information as well as using the SQL language for querying databases and programming business rules.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Introdução ao desenho de bases de dados*
- *Introdução ao SQL.*
- *Modelo Entidade - Associação.*
- *Modelo Relacional. Transformação Conceptual - Lógico - Físico.*
- *Normalização. Dependências funcionais e outros conceitos fundamentais.*
- *Formas Normais (1, 2 e 3). Boyce-Codd Normal Form (BCNF).*
- *Linguagem SQL. Statements DDL e DML*
- *SQL Avançado*
- *Views e Índices*
- *Restrições, Triggers e Transacções*

4.4.5. Syllabus:

- *Introduction to database design*
- *Introduction to SQL.*
- *Entity-Relationship Model*
- *Relational Model. Transformation Conceptual - Logical - Physical.*
- *Normalization. Functional dependency and other fundamental concepts.*
- *Normal Forms (1, 2 and 3). Boyce-Codd Normal Form (BCNF).*
- *SQL Language. DDL and DML Statements.*
- *Advanced SQL.*
- *Views and Indices.*
- *Restrictions, Triggers and Transactions.*

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

A bioinformática e a biologia computacional podem ser consideradas como fazendo parte das ciências da informação e em particular a bioinformática é centrada na utilização de bases de dados. Não é pois razoável considerar a educação superior em bioinformática sem apresentar as bases de dados como conteúdo autónomo e fundamental para suportar as quantidades massivas de informação biológica que é necessário consolidar e estruturar para permitir interrogações e análises de informação inter-relacionada. A construção de bases de conhecimento sólidas do ponto de vista teórico complementadas com uma componente prática e laboratorial extensiva é garantida pelas linhas programáticas definidas com ênfase na utilização da linguagem SQL, standard de facto na interrogação e programação de bases de dados relacionais.

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

Bioinformatics and computational biology can be considered as part of the information sciences and in particular bioinformatics is centered on the use of databases. It is therefore unreasonable to consider higher education in bioinformatics without presenting the databases as autonomous and fundamental content to support the massive amounts of biological information that needs to be consolidated and structured to allow inter-related inquiries and analyzes. The construction of theoretical knowledge bases complemented with an extensive practical and laboratory component is guaranteed by the programmatic lines defined with emphasis on the use of the SQL language, a de facto standard in the interrogation and programming of relational databases.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular está organizada em aulas teóricas e aulas práticas, igualmente distribuídas ao longo do semestre. Os slides e a escrita no quadro são os principais instrumentos pedagógicos utilizados nas aulas teóricas, embora nalguns casos particulares as instalações estejam integradas com o uso de tecnologias mais sofisticadas como interfaces gráficas ou multimédia. A realização de exercícios práticos utilizando software de modelação e software de exploração de SGBD's serão o principal instrumento pedagógico utilizado nas aulas práticas. Uma parte substancial das aulas práticas será dedicada à realização de um trabalho de grupo.

A avaliação é obtida por uma média ponderada entre a nota média obtida num conjunto de avaliações ao longo do semestre (30%), um trabalho de grupo (30%), assim como um exame final (40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course unit is organized in theoretical classes and practical classes, equally distributed throughout the semester. The slides and the writing on the board are the main pedagogical instruments used in theoretical classes, although in some cases the installations are integrated with the use of more sophisticated technologies such as graphic or multimedia interfaces. Practical exercises using modeling software and DBMS exploration software will be the main pedagogical tool used in practical classes. A substantial part of the practical classes will be devoted to group work. The evaluation is obtained by a weighted average between the average grade obtained in a set of assessments during the semester (30%), a group work (30%), as well as a final exam (40%).

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

As metodologias de ensino possuem uma componente teórica que permite aos estudantes compreender o principal quadro teórico das bases de dados, bem como as condições em que uma determinada estratégia deve ser usada. A componente prática da metodologia de ensino permite que os estudantes se familiarizem com cenários complexos, típicos de sistemas biológicos, com técnicas avançadas de bases de dados. O uso de plataformas de software bem estabelecidas, combinadas com o conhecimento teórico, permitirá que os estudantes identifiquem, modelem e resolvam corretamente os problemas do mundo real.

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

The teaching methodologies have a theoretical component that enables students to understand the main theoretical framework of databases, as well as the conditions in which a determined strategy should be used. The practical component of our teaching methodology enables students to familiarize with complex scenarios, that are typical of biological systems, with advanced database techniques. The use of well-established software platforms, combined with theoretical knowledge, will enable students to correctly identify, model and solve real world problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan, Database System Concepts - 6th ed., McGraw-hill, 2011
Thomas M. Connolly and Carolyn E. Begg, Database Systems: a Practical Approach to Design, Implementation, and Management, Addison-Wesley, Pearce Education Limited, 2010*

Mapa IV - Visualização e Análise de Dados**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Visualização e Análise de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:*Visualization and Data Analytics***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***I***4.4.1.3. Duração:***Semestral/ Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***João Carlos Gomes Moura Pires (T:28; PL:28)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Saber*

- *O que é Visualização Interativa de Dados (VID).*
- *O papel da interação na VID.*
- *O papel da VID na Análise Exploratória de Dados (AD) e no desenho de modelos de aprendizagem automática.*
- *O conceito de Variável Visual.*
- *Técnicas de visualização e análise de dados para dados multivariados, dados geo-espaciais e dados dependentes do tempo.*
- *Os principais componentes e características gerais dos sistemas de Visualização Analítica (VA).*
- *Avaliação de técnicas VID e sistemas de VA.*

Fazer

- *Escolher as técnicas de visualização mais apropriadas a um conjunto de dados e de objetivos.*
- *Usar um sistema VID para explorar e visualizar conjuntos de dados.*
- *Desenhar e implementar uma solução VAD para um conjunto de objetivos de analíticos.*

Soft-Skills

- *Perceber a natureza multidisciplinar desta área e entender o seu relacionamento com outras áreas do conhecimento e da engenharia.*
- *Explorar a natureza experimental do desenho de sistemas de VA.*

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

- *What is Interactive Data Visualization (IDV).*
- *The role of interaction in IDV.*
- *VID's role in Exploratory Data Analysis (DA) and the design of machine learning models.*
- *The concept of Visual Variable.*
- *Visualization and data analysis techniques for multivariate data, spatial data and time dependent data.*
- *The main general components of Analytical Data Visualization (ADV) systems.*
- *Methodologies for comparison and evaluation of ADV techniques and systems.*

Do

- *Choose the visual variables and visualization techniques most appropriate to a data set and objectives.*

- *Use a IDV system to explore and view one or more datasets.*
- *Design and implement a ADV solution for a data class and for a set of exploration objectives.*
- *Experimental bench to evaluate a IDV technique.*

Soft-Skills

- *Understand the multidisciplinary nature of this area and understand its relationship with other areas of knowledge and engineering.*
- *Explore the experimental nature of ADV system design.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à visualização de dados

- *O que é visualização?*
- *Relação entre Visualização e Outros Campos.*
- *O processo de visualização.*
- *O papel da Visualização Interativa de Dados na Análise Avançada de Dados.*
- *Fundamentos de dados.*
- *Percepção humana e processamento de informações.*
- *Semiologia dos símbolos gráficos.*
- *As variáveis visuais.*

Técnicas de visualização para:

- *Dados espaciais*
- *Dados geoespaciais*
- *Dados orientados a tempo*
- *Dados multivariados*
- *Árvores, gráficos e redes*

Conceitos e Técnicas de Interação

- *Operadores, operandos e espaços de interação*
- *Componentes dos sistemas de análise visual*
- *Projetando visualizações eficazes*
- *Comparando e avaliando técnicas de visualização*

Sistemas de visualização de dados analíticos

- *O papel do VID na análise exploratória de dados*
- *O papel do VID nos modelos de dados explicativos*
- *Sistemas modernos de visualização de dados analíticos*

Linhas de investigação em visualização de dados analíticos

4.4.5. Syllabus:

Introduction to Data Visualization

- *What Is Visualization?*
- *Relationship between Visualization and Other Fields.*
- *The Visualization Process.*
- *The role of Interactive DV in the Advanced Data Analytics*
- *Data Foundations.*
- *Human Perception and Information Processing.*
- *Semiology of Graphical Symbols.*
- *The Visual Variables.*

Visualization Techniques for:

- *Spatial Data*
- *Geospatial Data*
- *Time-Oriented Data*
- *Multivariate Data*
- *Trees, Graphs, and Networks*

Interaction Concepts and Techniques

- *Interaction Operators, Operands and Spaces*
- *Components of Visual Analytics Systems*
- *Designing Effective Visualizations*
- *Comparing and Evaluating Visualization Techniques-*

Analytical Data Visualization Systems

- *The role of IDV in exploratory Data Analysis*
- *The role of IDV in Explanatory Data Models*
- *Modern Analytical Data Visualization Systems*

Research Directions in Analytical Data Visualization

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

O programa inclui e assenta na compreensão dos fundamentos da Visualização de Dados e nas componentes principais dos sistema de Visualização Interactiva de Dados e o seu papel central nos soluções de visualização analítica.

Os estudantes tomam contacto com um leque variado de técnicas de Visualização de Dados, acompanhado de uma discussão crítica da sua adequação aos dados e objetivos. Algumas destas técnicas são trabalhadas com um nível de

profundidade recorrendo a dados reais e sistemas reais permitindo desenvolver as bases para saber aplicar em cenários reais.

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

The program includes and builds on understanding the fundamentals of Data Visualization and the key components of Interactive Data Visualization systems and their central role in visual analytical solutions.

Students come into contact with a wide range of Data Visualization techniques, accompanied by a critical discussion of their suitability for the data and analytical requirements. Some of these techniques are worked with a deep level using real data and real systems, allowing to develop the bases to know how to apply in real scenarios.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas é apresentada a matéria, com exemplos e referências a sistemas relacionados. As aulas laboratoriais destinam-se à realização do projeto que acompanha a matéria apresentada nas aulas teóricas. As práticas incluem a aprendizagem e uso de soluções como por exemplo o Tableau e o Plotly.

A avaliação da disciplina inclui cinco elementos: dois testes escritos individuais efetuados ao longo do semestre e 1 projeto, com 2 fases (artigo com técnica(s) relacionada(s) e código/interface), que correspondem ao desenho e implementação de uma solução de Visualização Analítica para um problema e dados selecionados pelos estudantes.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In the lectures the subject is presented, with examples and references to related systems. The laboratory classes are intended for the realization of the project that follows the subject presented in the lectures. Practices include learning and using solutions such as Tableau and Plotly.

The course evaluation includes five elements: two individual written tests during the semester and one project, with two phases (article with related technique (s) and code / interface), which correspond to the design and implementation of a solution for an Analytical Visualization for a problem and student-selected data.

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

A articulação entre a teoria e a prática é absolutamente essencial nesta área. O sucesso desta articulação assenta: (i) as aulas teóricas onde os fundamentos são apresentados e discutidos com os estudantes e as principais técnicas de visualização e interação são expostas a um razoável nível de profundidade; as aulas práticas em que em parte delas os estudantes desenvolvem competências de visualização e sobretudo visualização analítica usando as mais modernas ferramentas (ex. Tableau) e consolidam os conhecimentos teóricos; o projeto que sendo desenvolvido por fases se aplica a dados e questões analíticas do interesse de cada grupo de estudantes; (iii) o projeto requer ainda a escrita de um artigo e a apresentação do trabalho oralmente.

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

The articulation between theory and practice is absolutely essential in this area. The success of this articulation rests on: (i) the theoretical lectures where the fundamentals are presented and discussed with the students and the main visualization and interaction techniques are exposed to a reasonable level of depth; practical labs in which students develop visualization skills and above all analytical visualization using the latest tools (eg Tableau) and consolidate theoretical knowledge; the project being developed in phases applies to data and analytical issues of interest to each group of students; the project also requires the writing of an article and the presentation of the paper orally.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

• *Interactive Data Visualization: Foundations, Techniques, and Applications, Second Edition. Matthew O. Ward, Georges Grinstein, Daniel Keim, 2015, ISBN 9781482257373*

• *Visualization Analysis & Design, Tamara Munzner, 2015, ISBN: 9781466508910*
ISBN (e-Book): 9781498707763

• *Artigos actuais e a propósito de conjuntos de dados ou técnicas que sejam usados nas práticas ou nos projetos (papers about data sets or techniques that are used in practices or projects)*

Mapa IV - Dissertação em Biologia Computacional e Bioinformática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dissertação em Biologia Computacional e Bioinformática

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dissertation in Computational Biology or Bioinformatics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Biol Comp

4.4.1.3. Duração:*Anual/Annual***4.4.1.4. Horas de trabalho:***1680***4.4.1.5. Horas de contacto:***OT:56***4.4.1.6. ECTS:***60***4.4.1.7. Observações:***Obrigatória***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Paula Maria Theriaga Mendes Bernardo Gonçalves (OT:56)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Professores e Investigadores de todas as Unidades Orgânicas envolvidas no Ciclo de Estudos (OT:56)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objetivo da unidade curricular é a realização de um trabalho de índole científica, executado com autonomia pelos estudantes. A realização deste trabalho deverá permitir aos estudantes reforçar e ampliar os seus conhecimentos na área da Biologia Computacional e Bioinformática. Os estudantes deverão também adquirir a capacidade para aplicar metodologias de investigação e desenvolvimento adequadas à realização do trabalho e as competências necessárias para a elaboração da Dissertação. A disseminação dos resultados é incentivada, nomeadamente a sua publicação em revistas ou conferências com revisão prévia, nacionais ou internacionais.

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

The aim of the CU is for the students to complete a research project in the scientific area of Computational Biology and Bioinformatics, allowing them to fully assimilate and apply their knowledge in the subject. Students are also expected to master research and development methodologies and the skills required to effectively communicate their work, namely by writing a thesis. Publication of the results in scientific journals and or communications presented at national or international conferences are strongly encouraged.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Planear e executar um projeto de investigação na área temática do Mestrado, seguido de escrita de uma dissertação que será apresentada e discutida em provas públicas. O tema da Dissertação poderá ter um componente de Biologia Experimental, mas pelo menos metade das tarefas deverão ser de índole computacional, envolvendo programação/scripting. Projectos que envolvam empresas serão particularmente encorajados.

4.4.5. Syllabus:

To plan and perform a research project in the subject area of the MSc, followed by writing a thesis that will be presented and discussed in a public session. The thesis plan may include experimental work but at least half of the tasks should be computational and involve programming/scripting. Thesis projects involving collaboration with companies will be particularly encouraged.

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

No contexto da escrita da dissertação, o estudante deverá ser capaz de analisar criticamente o estado da arte do assunto sobre o qual trabalhou, o que contribuirá para sedimentar os seus conhecimentos e para o desenvolvimento de maturidade científica. A participação ativa no planeamento do trabalho bem como a apresentação regular do seu trabalho dentro e fora do grupo de investigação contribuirão para o desenvolvimento de autonomia e de competências de comunicação em ciência.

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

While writing the thesis the students should be able to critically appreciate the state of the art in the pertinent subjects, which should contribute to strengthen their knowledge and to develop mature scientific thinking. Active participation of the students in planning of the work, as well as regularly presenting their results inside and outside the research group aims to stimulate autonomy and science communication skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- *Interação entre estudante e orientador*
- *Estudo e discussão da literatura científica disponível*
- *Apresentação regular dos planos e dos resultados, dentro e fora do grupo de investigação*
- *Participação em encontros científicos, sempre que possível*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- *Interaction between student and supervisor*
- *Study and discussion of available literature*
- *Regular presentation of plans and results obtained*
- *Attending scientific meetings*

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

Sendo o principal objetivo desta unidade curricular a aquisição das competências necessárias à condução bem sucedida de um projeto de investigação, a interação com o supervisor e os restantes membros do grupo de investigação são da maior importância. Estas interações terão como objetivo estimular e guiar o trabalho realizado em autonomia, antecipando e ajudando a resolver as dificuldades que se encontram tipicamente no decurso de um trabalho de investigação.

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

Since the main objective of this CU consists in the acquisition of the skills required to successfully conduct a research project, the interaction with the supervisor and with other members of the research team is of capital importance. These interactions will contribute to stimulate and guide work in autonomy, anticipating and helping to solve the difficulties commonly encountered in the course of research work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Literatura científica no âmbito do trabalho a desenvolver
Scientific literature pertinent to the subject of the thesis

Mapa IV - Projeto em Simulação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto em Simulação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Project in Simulation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Biol Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*OT:40***4.4.1.6. ECTS:**

6

4.4.1.7. Observações:*Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Manuel Nuno de Sousa Pereira Simões de Melo (OT:40)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Isabel Rocha (OT:40)**Demais docentes do Ciclo de Estudos ou Investigadores externos aprovados pelo coordenador (OT:40)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta unidade curricular tem como objetivo expor o estudante à realidade da investigação em simulação e modelação de biosistemas através de um projeto de investigação individual. No final desta unidade o estudante terá experienciado, aprofundadamente e a nível pessoal, um dos vários tipos de investigação para o qual este ramo vocaciona, e estará numa posição privilegiada para decidir subsequentes passos académicos—nomeadamente, a escolha e desenho do projeto de dissertação.

Esta unidade terá ainda a função de introduzir ou validar várias competências científicas gerais e específicas do mestrado:

- 1)O planeamento crítico de trabalho investigativo, e respetiva descrição;*
- 2)A revisão eficiente da literatura pertinente a uma área de investigação;*
- 3)A adaptação e implementação de metodologias computacionais aprendidas durante o mestrado—tanto ao nível da modelação/simulação como da visualização e análise dos respetivos resultados; e*
- 4)A eficiente comunicação a pares da ciência desenvolvida.*

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

The goal of this curricular unit is to expose the student to work in research on simulation and modeling of biosystems through an individual research project. At the end of the unit the student will have experienced, at an advanced and personal level, one of the several fields of research for which this branch is directed. They will then be in a privileged position to decide on subsequent academic steps — namely, the choice and planning of the dissertation project.

This unit further aims to teach or reinforce several scientific skills, both general and specific to the Master's:

- 1)Critical planning and description of research work;*
- 2)Efficient review of literature specific to a field of research;*
- 3)Adaptation and deployment of computational methodologies learned during the Master's — both on modelling/simulation as well as on analysis and visualization of results; and*
- 4)Efficient communication of the developed research to peers.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Será oferecido aos estudantes um leque de questões de investigação e laboratórios de acolhimento — previamente validados pela coordenação da unidade — onde o trabalho se realizará sob supervisão de especialistas. Alternativamente, poderá o estudante propor a própria questão e laboratório de acolhimento, sujeito a igual validação pela coordenação da unidade.

Os temas de projeto centrar-se-ão em:

- 1) Biologia de sistemas;*
- 2) Simulação biomolecular e quimiobioinformática; ou*
- 3) Inteligência artificial em biologia.*

e focarão tanto as vertentes de aplicação de métodos como de análise e visualização de resultados. Espera-se que cada aluno dedique cerca de 84h à realização de trabalho computacional, e igual período em pesquisa de informação e em preparação das comunicações orais e escritas.

Para além dos conteúdos científicos do projeto serão ainda introduzidas/reforçadas as valências de

- 1) Planeamento e execução de trabalho científico;*
- 2) Revisão de literatura; e*
- 3) Comunicação de ciência.*

4.4.5. Syllabus:

Students will be offered a range of scientific questions and respective host labs — validated by the coordination of the unit. Work will be carried out under the supervision of specialists. Alternatively, students will be allowed to propose their own question and host lab — equally subject to validation by the unit's coordination.

Project topics will focus on:

- 1) Systems biology;*
- 2) Biomolecular simulation and chemoinformatics; or*
- 3) Artificial intelligence in biology.*

and will cover both method application as well as analysis and visualization of results. Students will spend about 84h performing computational work, and are expected to spend the same amount of time for literature research work and preparation of oral and written communications

Besides the scientific aspects specific to the field and project, the following general skills will be taught/reinforced:

- 1) Planning and execution of scientific research;*
- 2) Review of scientific literature; and*
- 3) Science communication.*

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

Esta é uma unidade curricular de aplicação prática de conhecimentos, programada para que a experiência seja o mais próxima possível de um trabalho investigativo em modelação e simulação de biosistemas. Os estudantes terão a oportunidade — pela primeira vez no mestrado — de desenvolver trabalho num laboratório de investigação. Serão expostos, sob a supervisão de especialistas, aos requisitos gerais deste tipo de trabalho, desde o planeamento e execução à apresentação de resultados, bem como aos aspetos específicos e técnicas avançadas do projeto em si. Este plano dotará o estudante de conhecimento em primeira mão sobre os aspetos práticos da investigação neste campo, que dificilmente de outro modo poderia ser transmitido. Isto preparará excecionalmente o estudante para uma escolha consciente do seu futuro académico e laboral — com aplicação imediata na escolha do tema de dissertação no segundo ano do mestrado.

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

This is a curricular unit of practical application of skills, planned so that it constitutes an experience as close as possible to research work in modelling and simulation of biosystems. Students will have the opportunity — for the first time in their Master's — to carry out work in a research lab. They will be subjected, under supervision of specialists, to the requirements of this kind of work: from planning and execution to presentation of results. In addition, they will experience the specific aspects and advanced techniques of the project.

This syllabus will uniquely equip the student with first-hand insight into the practical aspects of research in the project's field. This steppingstone will exceptionally prepare the student for an informed choice of their future, academic- and labor-wise — with immediate application in the selection of the dissertation theme in the Master's second year.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Após escolha de tema serão pedidas ao estudante quatro tarefas:

- 1) Uma revisão de literatura específica;*
- 2) Baseado em 1), a produção e discussão de um plano de trabalho;*
- 3) Execução do plano definido em 2);*
- 4) Preparação e apresentação de um relatório em formato artigo e de uma apresentação oral, recapitulando 1) e 2), descrevendo o trabalho levado em 3), e fazendo uma autoavaliação crítica do planeamento vs. execução do projeto.*

A discussão e a apresentação terão um tempo total de 30'.

A revisão 1) será apresentada com o plano 2) antes de 3), permitindo a avaliação da capacidade de síntese e planeamento — peso: 10%.

Durante a execução, o supervisor avaliará a capacidade de implementação de metodologias relevantes e de gestão de tempo — peso: 60%. O coordenador também reverá o trabalho realizado como base para normalização das avaliações dos supervisores externos.

Em 4) será avaliada a capacidade de comunicação oral e escrita, bem como a atitude crítica — peso: 30%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Upon choice of theme, the student is to carry out four tasks:

- 1) A revision of the specific literature*
- 2) Based on 1), the production of a work plan*
- 3) Execution of the plan in 2)*
- 4) Preparation and presentation of a report in article format and an oral presentation, recapitulating 1) and 2), describing the work in 3), and critically auto-evaluating the planning vs. execution of the project.*

The total discussion/presentation time will be of 30'.

The revision and plan in 1) and 2) will be presented before the start of 3). The skills of synthesis and planning will be evaluated at this step — weight 10%.

During execution, the supervisor will evaluate the implementation of the relevant methodologies as well as the student's time management skills — weight: 60%. The coordinator will also review the performed work to ensure a normalization of the grading by external supervisors.

In 4), the oral and written communication will be evaluated, as well as critical attitude — weight 30%.

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

Todas as metodologias desta unidade curricular estão planeadas para ter um paralelo com os principais requisitos inerentes ao trabalho investigativo em modelação e simulação de biosistemas. Nem todos estes aspetos estarão a ser abordados pela primeira vez neste mestrado, mas nesta unidade estarão a ser implementados pela primeira vez em conjunto, e num ambiente real de investigação:

- *As tarefas de revisão de literatura e planeamento de projeto são centrais para um trabalho em ciência focado e eficiente. A capacidade de descrição destes aspetos é ainda relevante como parte das competências para elaboração de candidaturas a fontes de financiamento.*
 - *O desenvolvimento de trabalho laboratorial está programado para proporcionar uma experiência o mais próxima possível do dia-a-dia num laboratório de modelação/simulação, treinando competências que vão desde a aplicação de metodologias gerais e específicas à gestão de tempo.*
 - *A apresentação tanto do projeto como dos resultados reflete e treina as competências de comunicação de ciência. O trabalho escrito é especificamente programado na forma de artigo para aplicar e treinar as competências de escrita científica no formato mais utilizado em investigação.*
 - *As tarefas de discussão e autoavaliação preparam o estudante para um pensamento crítico relativamente ao trabalho de outros e relativamente ao próprio trabalho. Estas são competências essenciais a um percurso de sucesso em ciência.*
 - *A possibilidade de o estudante procurar o próprio projeto e laboratório de acolhimento providencia as bases de estabelecimento de redes colaborativas e de conhecimentos científicos (scientific networking).*
- Todas estas metodologias se focam na exposição do estudante aos aspetos práticos da investigação científica em geral, e da modelação/simulação de biosistemas em particular. A avaliação é feita através de elementos que estão igualmente inseridos no dia-a-dia da investigação científica — artigos e apresentações científicos, e descrições de projeto. Esta experiência preparará o estudante para uma escolha consciente do seu futuro académico e laboral — com aplicação imediata na escolha do tema de dissertação no segundo ano do mestrado.*

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

All methodologies of this curricular unit have been planned to have a parallel in the main requisites of research work in modeling and simulation of biosystems. Some of these aspects will have been addressed before in the Master's, but in this unit they will be implemented for the first time together, and in a real research setting:

- *The tasks of literature revision and project planning are central to a focused and efficient scientific work. The ability to describe these is also a relevant skill in the preparation of applications to funding sources.*
- *The lab work is programmed to provide an experience as close as possible to the daily life in a modelling/simulation lab. Trained skills will range from the application of general and specific methodologies to time management.*
- *Presenting the planned project as well as its outcomes will reflect and train science communication skills. The written report is specifically planned in article form so as to apply and train writing skills in the most commonly employed format in research.*
- *The possibility for the student to find their own project and host lab lays out the basis for the establishment of collaborative networking.*

All these methodologies focus on exposing the student to the practical aspects of scientific research, in general, and of modeling/simulation of biosystems in particular. Assessment is carried out by elements that are likewise part of daily life in scientific research — scientific articles and presentations, and project writing. These experience will prepare the student for an informed choice of their future, academic- and labor-wise — with immediate application in the selection of the dissertation theme in the Master's second year.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Bibliografia pertinente ao projeto escolhido.
The bibliography relevant to the chosen project.*

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

As metodologias de ensino utilizadas pretendem promover processos ativos de aquisição de conhecimentos, bem como desenvolver a capacidade criativa, o espírito crítico e as competências de trabalho autónomo e em equipa, dos estudantes. As UC têm uma organização baseada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas, e os docentes têm autonomia para utilizarem as metodologias de ensino mais adaptadas aos objetivos de aprendizagem das UC que coordenam. As práticas computacionais hands on, que estão presentes em diversas UC em ambos os semestres e visam a resolução de questões biológicas reais, fornecendo aos estudantes uma grande desenvoltura na utilização de ferramentas bioinformáticas e no desenvolvimento de pequenos programas informáticos. A apresentação oral dos resultados ou de seminários visa desenvolver capacidades de organização e de trabalho em equipa e aperfeiçoará qualidades de comunicação. Em todas as UC estão previstos períodos de atendimento tutorial por parte dos docentes.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The teaching methodologies aim to promote active processes of acquisition of knowledge and develop the students' creativity, critical thinking ability, as well as autonomous and team work skills. The CUs have an organization based on

theoretical, theoretical-practical and practical classes, and lecturers have the autonomy to use the teaching methodologies more adapted to the objectives of the UC under their responsibility. The hands-on computational practical sessions, that arise for the first time in the 1st semester and will proceed in the two branches in the 2nd semester and are based on the resolution of real biological questions, will enable the students to become resourceful in using bioinformatics tools and developing small programs. Oral presentations of the results or seminars seek to develop organizational, teamwork and communication skills. In all CUs, Lecturers will be available to clarify questions that may arise during work in autonomy.

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

O número de créditos ECTS afeto a cada UC foi calculado considerando que cada crédito ECTS corresponde a 28 horas de trabalho dos estudantes. A carga horária inicialmente definida baseou-se na experiência prévia dos docentes responsáveis de cada UC e na análise conjunta feita pelos docentes envolvidos no desenho do curso, procurando fazer uma estimativa realista de esforço exigido a um aluno médio de forma a atingir os objetivos de aprendizagem. No final de cada semestre realizar-se-ão inquéritos aos alunos e aos docentes para, entre outros objetivos, verificar a adequabilidade da carga de trabalho prevista para cada UC.

Sempre que as respostas dos alunos indiquem uma grande divergência relativamente ao número de créditos ECTS da UC e a carga de trabalho, o responsável da UC deve avaliar essa diferença e sugerir alterações de modo a adequar o volume de trabalho ao nº de créditos da UC. Estas alterações têm de ser discutidas e validadas pelo Coordenador e Comissão Científica do MBCBI.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

The number of ECTS credits assigned to each CU was calculated considering that each ECTS credit corresponds to 28 hours of work. The workload initially defined was based on the previous experience of the lecturers responsible for each CU and in a joint analysis by all the people involved in the course design and aims to be a realistic estimate of the effort required of an average student in order to achieve the learning objectives. At the end of each semester, students and lecturers will be surveyed to, among other objectives, check the appropriateness of the workload expected for each CU. Whenever the students' responses indicate a large divergence between workload and the number of ECTS credits in the CU, the lecturer responsible for the CU should evaluate this difference and suggest changes in order to adjust the workload to the number ECTS. These changes have to be discussed with and validated by the Coordinator and Scientific Committee of the MCBBI programme.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os objetivos de aprendizagem de cada UC são disponibilizados online, numa plataforma de informação académica oficial da FCT (CLIP) e/ou no sistema Moodle. A descrição das UCs incluirá também os métodos de avaliação, o modo de funcionamento, sumários das aulas e outra informação relevante. Materiais de apoio podem também ser disponibilizados através de ambas as plataformas.. A coordenação do Mestrado, apoiada pela Comissão Científica (CC), garante a adequação da avaliação aos objetivos das UC, com base em informação disponível, incluindo inquéritos aos estudantes e tem um papel ativo na calendarização das avaliações. Relativamente à Dissertação, existirá um acompanhamento da CC do Mestrado através da aprovação dos planos de trabalho e da realização das Jornadas Intercares dos Mestrados da área das Ciências da Vida, a meio do período de realização da Dissertação, em que os estudantes fazem uma apresentação pública do trabalho realizado até à data.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

The objectives of each CU can be consulted online, in the official FCT NOVA platform (CLIP), and/or in the Moodle platform. The description of the CU also includes the objectives, evaluation method, and other important aspects concerning functioning of the CU. Study materials can also be made available through both platforms. The MSc Coordinator supported by the Scientific Committee, also assesses the pertinence of the evaluation objectives based on available information, including student survey results, and has an active role in scheduling the different evaluation moments throughout the semester. The workplan of the Dissertations is approved by the Scientific Committee. The progress of the thesis research work will also be assessed by the MSc Scientific Committee in a Conference open to the academic community held halfway into the Dissertation year, in which the students present the results obtained to date.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

No 1º ano do curso há várias UCs obrigatórias e opcionais com forte componente de prática computacional, mas também pesquisa bibliográfica e discussão de artigos científicos. Os estudantes serão encorajados a frequentar UCs de projeto, nas quais são inseridos num trabalho de investigação, e em que se pretende que os estudantes adquiram competências tanto ao nível do planeamento e execução do trabalho laboratorial (incluindo laboratório computacional), como do registo, análise e discussão e apresentação dos resultados obtidos.

No 2º ano, a Dissertação desenvolve-se em Unidades de Investigação ligadas ao MBCBI, mas também noutras instituições de qualidade científica reconhecida, Universidades ou empresas, nacionais ou internacionais. Durante este período, os estudantes serão inseridos em projetos de investigação do laboratório onde irão desenvolver a tese e terão um contacto muito direto e uma participação ativa na investigação que será desenvolvida.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

The proposed MSc programme offers in the 1st year mandatory and elective CUs strongly oriented to computational practice, but including also bibliographic research and discussion of scientific papers. Students will be encouraged to enroll in the "Project" CU in which they will be integrated in a research project. At the end of this CU, the students are expected to have improved their ability to plan the experimental work (in both wet and computational labs), report, critically analyze, discuss and present the obtained results. The 2nd year will be dedicated to preparation of the Dissertation. During this period, students will be actively participating in ongoing research projects at Research Units related with the MCBBI programme, but also in other national or international Research Centers of suitable scientific level in universities, institutes or companies.

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:

O número de créditos ECTS propostos para o MCBBI, 120, corresponde ao máximo permitido por lei para 2ºs ciclos o que se justifica pela transdisciplinaridade do curso e pela necessidade de reservar tempo suficiente para a realização de trabalho conducente a Dissertação no 2ºano do curso.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

The number of ECTS credits proposed for MCBBI, 120, corresponds to the maximum allowed by law for 2º cycles. This is justified both by the transdisciplinary nature of the programme and by the need to reserve the 2nd year entirely for the Dissertation.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

As Unidades Curriculares do MCBBI têm todas 3 ou 6 ECTS, de acordo com o nº de horas de trabalho previstas, usando a correspondência de 28 horas de trabalho para 1 crédito ECTS. Os docentes desenharam o programa e as atividades das Unidades Curriculares tendo esta informação em vista, com a preocupação de não gerar uma carga de trabalho excessiva.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

The MCBBI CUs have either 3 or 6 ECTS, according to the number of hours of work planned, using the correspondence of 28 hours of work for 1 ECTS credit. The syllabus and activities of each CU was planned by the UC coordinator with this information in mind, aiming to avoid instances of excessive workload.

4.7. Observações**4.7. Observações:**

a): Secção 1 - 4.3.Plano de estudos - Grupo de Opções A: O estudante deverá realizar 6 ECTS de entre as unidades curriculares opcionais indicadas no quadro grupo de opções A, ou outras que venham a ser aprovadas pelo Conselho Científico da FCT NOVA.

b): Secção 1 - 4.3.2 Plano de estudos - Grupo de Opções B: O estudante deverá realizar 9 ECTS de entre as unidades curriculares opcionais indicadas no quadro grupo de opções B, ou outras que venham a ser aprovadas pelo Conselho Científico da FCT NOVA.

4.7. Observations:

*a): Section 1 - 4.3.2 Study Plan - Option Group A
Students must accomplish 6 ECTS from the optional curricular units indicated in the option group A table, or others approved by the FCT NOVA Scientific Council.*

*a): Section 1 - 4.3.2 Study Plan - Option Group B
Students must accomplish 9 ECTS from the optional curricular units indicated in the option group B table, or others approved by the FCT NOVA Scientific Council*

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

Paula Maria Theriaga Mendes Bernardo Gonçalves
Isabel Cristina de Almeida Pereira da Rocha

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Paula Maria Theriaga Mendes Bernardo Gonçalves	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Ciências Naturais	100	Ficha submetida
Ana Rita Fialho Grosso	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas	10	Ficha submetida
Daniel Sobral	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Ciências da Vida, especialidade Bioinformática, Biologia Estrutural e Genómica	10	Ficha submetida
Patrícia Filipa Homem de Campos Tavares de Brito	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Biologia, especialidade, Ecologia, Evolução e Comportamento	10	Ficha submetida
Pedro Manuel Brôa Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências Ambientais	100	Ficha submetida
José Paulo Sampaio	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Biologia / Microbiologia	100	Ficha submetida
Margarida Casal Ribeiro Castro Caldas Braga	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Biologia	100	Ficha submetida
Maria Alexandra Nuncio de Carvalho Ramos Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Biotecnologia	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Human Molecular Genetics	100	Ficha submetida
Paula Alexandra Quintela Videira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Biotecnologia	100	Ficha submetida
Regina Maria Baltazar Bispo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Rui Manuel Freitas Oliveira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Bioquímica	100	Ficha submetida
João Montargil Aires de Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química / Química Orgânica	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Corrêa Calvente Barahona	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Informática (Computer Science)	100	Ficha submetida
Ludwig Kriphal	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Bioquímica estrutural	100	Ficha submetida
Carla Maria Gonçalves Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Computer Science	100	Ficha submetida
Carmen Pires Morgado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
João Carlos Gomes Moura Pires	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Informática	100	Ficha submetida
Isabel Cristina de Almeida Pereira da Rocha	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química e Biológica	100	Ficha submetida
Diana Andreia Pereira Lousa	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Bioquímica – Biologia Computacional	100	Ficha submetida
Cláudio Soares	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Bioquímica Teórica	100	Ficha submetida
Manuel Nuno Melo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Bioquímica - Biofísica Molecular	100	Ficha submetida
António Baptista	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Bioquímica – Simulação Biomolecular	100	Ficha submetida
Sara Campos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Bioquímica – Simulação Biomolecular	100	Ficha submetida

Pedro Matias	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Cristalografia	100	Ficha submetida
Margarida Archer Franco Frazão	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Ricardo Louro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Isabel Alexandra Aguiar de Abreu	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Luís Pedro Gafeira Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CTC da Instituição proponente	100	Ficha submetida
Leonardo Vanneschi	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Ciências da Computação	100	Ficha submetida
Rune Matthiesen	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Biochemistry	10	Ficha submetida
Ana Sofia Carvalho	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Biochemistry	10	Ficha submetida
Ana Barroso Abecasis	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências Médicas	100	Ficha submetida
Ricardo Manuel Soares Parreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Genética e Fisiologia Microbiana	100	Ficha submetida
Patrícia Abrantes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas	10	Ficha submetida
Jorge Nelson Gouveia de Sousa Neves	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre	Engenharia de Sistemas Decisioais	100	Ficha submetida
Rafael Sousa Costa	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química e Biológica	100	Ficha submetida
Maria João Lobo de Reis Madeira Crispim Romão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
João Alexandre Carvalho Pinheiro Leite	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
João Manuel Gonçalves Couceiro Feio de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
Miguel dos Santos Fonseca	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
António Carlos Bárbara Grilo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Industrial	100	Ficha submetida
Maria Rita Mendes Bordalo Ventura Centeno Lima	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
				3760	

<sem resposta>

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

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

5.4.1.1. Número total de docentes.

43

5.4.1.2. Número total de ETI.

37.6

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of

teaching staff with a full time link to the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	37	98.404255319149

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor**5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD***

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	36.6	97.340425531915

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado**5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.**

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	29.6	78.723404255319 37.6
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0 37.6

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.**5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff**

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	22	58.510638297872 37.6
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0 37.6

Pergunta 5.5. e 5.6.**5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.**

O Regulamento da Universidade Nova de Lisboa relativo à Avaliação do Desempenho, tem por objeto o desempenho dos docentes, visando avaliá-los em função do mérito e melhorar a sua qualidade. A avaliação de desempenho abrange todos os docentes das escolas envolvidas, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respetiva atividade: a) Docência; b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação; c) Tarefas administrativas e de gestão académica; d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade. Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos. A qualidade da docência reflete, desde logo, a implementação de uma política de estímulo à investigação de qualidade com o objetivo de incentivar projetos de investigação com maior potencial e reconhecer o mérito dos investigadores mais destacados.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The Regulations of Universidade Nova de Lisboa concerning the evaluation of Faculty members, aim to assess the merit of all academic staff, thereby promoting constant improvement. The evaluation considers the specificities of each scientific area and contemplates all aspects of academic activity: a) Teaching; b) Research, development and innovation; c)

Administrative work and academic management; d) Dissemination and community support activities. The results of the evaluations impact remuneration, tenure, contract renewal of professors, authorization of sabbatical leaves, teaching load, and grants.

Teaching quality reflects the implementation of incentives that promote high quality research, by supporting the most promising research projects and by acknowledging the merit of the most successful research conducted by Faculty members.

5.6. Observações:

n.a.

5.6. Observations:

n.a.

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

As unidades orgânicas envolvidas neste ciclo de estudos dispõem de um quadro de pessoal não docente composto por pessoal administrativo e por pessoal técnico, com elevado nível de qualificação, sendo uma percentagem significativa detentores do grau de Licenciado e mesmo Mestre. Cada uma das unidades orgânicas aloca o apoio técnico e administrativo adequado ao bom funcionamento do curso. Estes distribuem-se pelos Serviços de Planeamento, Académicos e pelos serviços de apoio Informático e Técnicos de Laboratório. Relativamente aos funcionários técnicos, estes garantem o funcionamento de toda a parte de infraestruturas informáticas e laboratoriais, incluindo apoio às aulas práticas. O pessoal alocado pode ser variável, dependendo das necessidades. O ciclo de estudos conta ainda com o apoio dos serviços gerais de contabilidade e de manutenção das unidades.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The organic unit involved in the study programme employ non-academic staff consisting of administrative staff and technical personnel with high qualification levels, including a significant percentage of university graduates. Each organic unit allocates the technical and administrative support required for the proper functioning of the course. These are distributed between the Planning and Academic Services, the Informatics Support and Lab technicians. The technical staff ensures functioning of computational and laboratory infrastructures, including support to practical classes. Support from the accounting and maintenance services will also be available. The staff allocated may vary according to the needs.

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

O pessoal técnico/administrativo tem as qualificações gerais exigidas para o ingresso na função pública na categoria específica, ou especificadas mediante abertura de concurso (nomeadamente no caso dos técnicos de informática). No entanto, o pessoal alocado pode ser variável, dependendo das necessidades. O curso conta ainda com o apoio dos serviços gerais de contabilidade e de manutenção das unidades.

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

The administrative/technical personnel have the qualifications demanded by their entry as public servants, or the requirements for the position as specified in public calls (in case of the technicians).

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

A avaliação do pessoal não docente é efetuada segundo o SIADAP – Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho da Função Pública – o qual assenta na definição de objetivos institucionais que são desdobrados pela organização. Os objetivos a atingir por cada funcionário, administrativo ou técnico, são definidos bianualmente e estão alinhados com os objetivos estratégicos das instituições envolvidas no ciclo de estudos. A progressão do funcionário, a existir, dependerá da avaliação anual que é feita em função do cumprimento das metas fixadas.

O pessoal não docente é encorajado a frequentar cursos de formação em áreas que permitam a valorização profissional e o aumento da sua prestação. Estes incluem cursos de formação em ferramentas informáticas, na área da acreditação, controlo de qualidade e validação de métodos, ou na utilização e manutenção de equipamentos laboratoriais. Estes podem ser cursos de formação do INA, Erasmus Staff, ou outros.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The performance of non-academic staff is based on SIADAP – Integrated System for Performance Evaluation of Public Administration. SIADAP requires the definition and deployment of institutional objectives. The goals to be attained by the non-academic staff are aligned with the institution's strategic objectives and are defined biannual. The career progression of staff depends on their yearly evaluation, which is based on the degree of accomplishment of the pre-defined goals.

Non-academic staff is encouraged to attend training courses in areas that enable their professional valorization and

performance enhancement. These include courses on informatics tools, accreditation area, quality control and methods validation, and maintenance of lab equipment. These courses may be training courses by INA, Erasmus Staff or others.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

As unidades orgânicas envolvidas dispõem de instalações perfeitamente adequadas para a investigação e o ensino, incluindo laboratórios, salas de aulas com projetor, salas de computadores com acesso à internet, serviços de apoio e áreas comuns (bibliotecas, espaços de repouso/leitura, salas de reuniões, refeitórios). Os estudantes terão também acesso a espaços desportivos. Terão também contacto com infraestruturas avançadas de NMR, espectrometria de massa, cristalografia e outras consideradas relevantes.

Para o enquadramento das teses de Mestrado, estão disponíveis os laboratórios de investigação e os clusters de computadores das UO envolvidas, bem como das instituições colaboradoras.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

The organic unit involved in the Master have adequate facilities for research and teaching, including labs, classrooms with projector, computer rooms with internet access, support services and common areas (library, leisure/reading rooms, meeting rooms, cafeterias). Students will also have access to sports facilities. They will also have contact with relevant research facilities for NMR, mass-spectrometry, crystallography and others.

For master thesis, students will be hosted in research labs and will be able to use the computer clusters of the participating OUs or collaborating institutions.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Todos os equipamentos informáticos e software existentes nas instituições envolvidas ficarão disponíveis para serem utilizados pelos estudantes do novo ciclo de estudos, incluindo infraestruturas computacionais associadas aos projetos de investigação quando tal for necessário. O ITQB NOVA e a FCT NOVA possuem clusters de computação avançada, e servidores adequados para análise de grandes quantidades de dados de genómica.

Os estudantes terão também acesso a artigos científicos, através do sistema B-On e livros existentes nas bibliotecas das diferentes instituições e poderão usar as salas de computadores, mesmo fora das horas de aulas. As salas de aulas dispõem de projetores multimédia e instalações de rede informática.

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

Previously existing hardware and software in the participating schools will be available to be used by the students of the new study programme, including computational infrastructure normally used by research projects. For example, at FCT NOVA a server with appropriate characteristics for genomics and transcriptomics analyses will be available to be used in practical classes.

ITQB has a competitive computer cluster, with ~3300 CPU and 60 CPU+GPU slots, a server with memory requirements compatible with the assembly of large genomes and a data storage system with 1 petabyte of raw storage.

The students will also have access to scientific journals through the B-On system and to library books available at the different premises and they will be allowed to use the computer rooms, even outside scheduled lessons. Classrooms have multimedia projectors and WIFI.

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

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

8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
UCIBIO	Excelente	FCT	10	https://www.requimte.pt/ucibio/
LAQV	Excelente	FCT	3	https://www.requimte.pt/laqv/

NOVALINCS - NOVA Laboratory for Computer Science and Informatics	Excelente	FCT	6	http://nova-lincs.di.fct.unl.pt/
CMA - Centro de Matemática e Aplicações	Muito Bom	FCT	2	https://www.cma.fct.unl.pt/
MostMicro - Molecular, Structural and Cellular Microbiology	Excelente	ITQB	11	https://www.itqb.unl.pt/mostmicro/mission-2
Green-IT - GREEN-IT Bioresources for Sustainability	Excelente	ITQB/IBET/IGC/INIAV/INSRJ	1	http://www.itqb.unl.pt/green-it/2013-2017/teams
iNOVA4Health - Advancing Precision Medicine	Excelente	ITQB/NOVAMS/CEDOC/IBET	2	http://www.inova4health.com/
MagIC - Information Management Research Center	Muito Bom	NOVAIMS	2	https://www.novaims.unl.pt/magic/?view=featured
GHTM – Global Health and Tropical Medicine	Excelente	IHMT	3	https://www.ihmt.unl.pt/ghmt/

Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/9e7d019e-cb51-005e-25c5-5e29c8f1e112>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/9e7d019e-cb51-005e-25c5-5e29c8f1e112>

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

FCT project PTDC/SAU-INF/31990/2017 “Integrase Inhibitors in Portugal: clinical and economic impact for treatment and drug resistance testing guidelines”

Principal Investigator: Ana Abecassis (IHMT NOVA)

2018-2021

FCT project PTDC/DTP-EPI/7066/2014 “Genomics, socio-behavioral and clinical data to prevent HIV transmission in migrants: an innovative approach. ”

Co-Principal Investigator: Ana Abecassis (IHMT NOVA)

2016-2020

FCT project PTDC/BIA-BMA/28647/2017 “Transgenerational acclimation of temperate fish species to climate change.”

Research Team member: Regina Bispo (FCT NOVA)

2018-2021

FCT project PTDC/QUI-OUT/29441/2017 “Modelling pH effects on beta-lactoglobulin using state-of-the-art constant-pH molecular dynamics”.

Principal Investigator: Sara Campos (ITQB NOVA)

2018-2021

FCT project PTDC/BTA-BTA/28650/2017 “Marine invertebrates as source of novel biotoxins: Investigating function and application through Polychaeta venomics”

Principal Investigator: Pedro Costa (FCT NOVA)

2018-2021

FCT project PTDC/BIA-MIC/30785/2017 “Exploring unique metabolic traits of biotechnological interest in fructophilic yeasts”

Principal Investigator: Paula Gonçalves (FCT NOVA)

2018-2021

FCT project PTDC/MED-ONC/28660/2017 “Targeting Intra-Tumor heterogeneity as a promising therapeutic strategy for cancer”

Principal Investigator: Ana Rita Grosso (FCT NOVA)

2018-2021

FCT project PTDC/CCI-BIO/28200/2017 “Using computational and experimental methods to provide a global characterization of viral fusion peptides”.

Principal Investigator: Diana Lousa (ITQB NOVA)

2018-2021

Portugal 2020, 02/SAICT/2017, 30088, Immune- and microenvironment- proteogenomics profiling for classifying lung cancer patients,
Principal Investigator: Rune Mathiessen (NOVA MS)
 2018-2021

Portugal 2020, 02/SAICT/2017, 30087 “Impact of B-cell deregulated pathways on tumor immune evasion - relevance for Diffuse Large B-Cell Lymphoma therapy response-LED”,
Co-Principal Investigator: Rune Mathiessen (NOVA MS)
 2018-2021

European Project H2020 BIOTEC-03-2018, grant agreement number 814408 “SHIKIFACTORY100 - Modular cell factories for the production of 100 compounds from the shikimate pathway”
STM: Isabel Rocha (ITQB NOVA)
 2019-2023

ANI project in co-promotion LISBOA-01-0247-FEDER-039831 “Deep and machine learning for industrial biotechnology” with SilicoLife and University of Minho.
Principal Investigator at NOVA: Isabel Rocha (ITQB NOVA)
 2019-2022

FCT project PTDC/BIA-MIC/30785/2017 “Advancing wine yeast genomics – exploring the evolutionary dimensions of domestication and the emergence of virulence”
Principal Investigator: José Paulo Sampaio (FCT NOVA)
 2018-2021

FCT project PTDC/CCI-INF/29168/2017 “Improving bio-inspired deep learning for radiomics”
Principal Investigator: Leonardo Vanneschi (NOVA IMS)
 2018-2021

FCT project 02/SAICT/2017 ” Personalized therapy for rheumatic diseases through machine learning.”
Researcher: Leonardo Vanneschi (NOVA IMS)
 2018-2021

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

FCT project PTDC/SAU-INF/31990/2017 “Integrase Inhibitors in Portugal: clinical and economic impact for treatment and drug resistance testing guidelines”
Principal Investigator: Ana Abecassis (IHMT NOVA)
 2018-2021

FCT project PTDC/DTP-EPI/7066/2014 “Genomics, socio-behavioral and clinical data to prevent HIV transmission in migrants: an innovative approach. ”
Co-Principal Investigator: Ana Abecassis (IHMT NOVA)
 2016-2020

FCT project PTDC/BIA-BMA/28647/2017 “Transgenerational acclimation of temperate fish species to climate change.”
Research Team member: Regina Bispo (FCT NOVA)
 2018-2021

FCT project PTDC/QUI-OUT/29441/2017 “Modelling pH effects on beta-lactoglobulin using state-of-the-art constant-pH molecular dynamics”.
Principal Investigator: Sara Campos (ITQB NOVA)
 2018-2021

FCT project PTDC/BTA-BTA/28650/2017 “Marine invertebrates as source of novel biotoxins: Investigating function and application through Polychaeta venomomics”
Principal Investigator: Pedro Costa (FCT NOVA)
 2018-2021

FCT project PTDC/BIA-MIC/30785/2017 “Exploring unique metabolic traits of biotechnological interest in fructophilic yeasts”
Principal Investigator: Paula Gonçalves (FCT NOVA)
 2018-2021

FCT project PTDC/MED-ONC/28660/2017 “Targeting Intra-Tumor heterogeneity as a promising therapeutic strategy for cancer”
Principal Investigator: Ana Rita Grosso (FCT NOVA)
 2018-2021

*FCT project PTDC/CCI-BIO/28200/2017 “Using computational and experimental methods to provide a global characterization of viral fusion peptides”,
Principal Investigator: Diana Lousa (ITQB NOVA)
2018-2021*

*Portugal 2020, 02/SAICT/2017, 30088, Immune- and microenvironment- proteogenomics profiling for classifying lung cancer patients,
Principal Investigator: Rune Mathiessen (NOVA MS)
2018-2021*

*Portugal 2020, 02/SAICT/2017, 30087 “Impact of B-cell deregulated pathways on tumor immune evasion - relevance for Diffuse Large B-Cell Lymphoma therapy response-LED”,
Co-Principal Investigator: Rune Mathiessen (NOVA MS)
2018-2021*

*European Project H2020 BIOTEC-03-2018, grant agreement number 814408 “SHIKIFACTORY100 - Modular cell factories for the production of 100 compounds from the shikimate pathway”
STM: Isabel Rocha (ITQB NOVA)
2019-2023*

*ANI project in co-promotion LISBOA-01-0247-FEDER-039831 “Deep and machine learning for industrial biotechnology” with SilicoLife and University of Minho.
Principal Investigator at NOVA: Isabel Rocha (ITQB NOVA)
2019-2022*

*FCT project PTDC/BIA-MIC/30785/2017 “Advancing wine yeast genomics – exploring the evolutionary dimensions of domestication and the emergence of virulence”
Principal Investigator: José Paulo Sampaio (FCT NOVA)
2018-2021*

*FCT project PTDC/CCI-INF/29168/2017 “Improving bio-inspired deep learning for radiomics”
Principal Investigator: Leonardo Vanneschi (NOVA IMS)
2018-2021*

*FCT project 02/SAICT/2017 ” Personalized therapy for rheumatic diseases through machine learning.”
Researcher: Leonardo Vanneschi (NOVA IMS)
2018-2021*

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Com base nas estatísticas oficiais consultadas a 25 de julho de 2019 em <http://www.dgeec.mec.pt/np4/92/>, a percentagem de desempregados com habilitação superior na área “Ciências Biológicas” é de apenas 1,6% do total de desempregados com habilitação superior. Nas áreas “Tecnologias de Informação” e “Matemática e Estatística” são respetivamente 1,1% e 0,8%. Sendo estas percentagens todas muito baixas, é de notar que para “Programas Interdisciplinares de Ciências Naturais, Matemática e Estatística”, onde o presente Ciclo de Estudos se pode genericamente enquadrar, a percentagem de desempregados é 0%.

Em face destes dados, espera-se que a empregabilidade dos detentores de um grau de Mestre em Biologia Computacional e Bioinformática seja excelente.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

Based on official statistics consulted on the 25th of July, 2019 at <http://www.dgeec.mec.pt/np4/92/> the percentage of unemployed with higher education in the “Biological Sciences” area is only 1.6% of the total unemployed with higher education. In the areas “Information Technologies” and “Mathematics and Statistics” the percentages of the total number of unemployed with University degree are 1.1% and 0.8%, respectively. All these percentages are very low, but it should be noted that for “Interdisciplinary Natural Sciences, Mathematics and Statistics Programs”, where the present Cycle of Studies can be broadly included, the percentage of unemployed is 0%.

Given these data, the employability of holders of a MSc degree in Computational Biology and Bioinformatics is expected to be excellent.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

A informação que foi possível recolher relativa a dois Ciclos de Estudos similares consultada em <http://infocursos.mec.pt> a 25 de julho de 2019 indica que a procura por este tipo de oferta educativa tem vindo a subir.

Assim, o Mestrado em Bioinformática da Universidade do Minho teve, no ano letivo de 2013/2014, 43 estudantes inscritos e em 2017/2018, 60 inscritos; o Mestrado em Biologia Computacional e Bioinformática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa teve, em 2013/2014, 27 estudantes inscritos e em 2017/2018, 41 estudantes inscritos. Para ambos os cursos o número de inscritos tem vindo a aumentar gradualmente ao longo do tempo, de acordo com a mesma fonte. Pretende-se também, através de estratégias dirigidas de promoção no estrangeiro, atrair o maior número possível de estudantes estrangeiros para este Mestrado, uma vez que as aulas serão todas em Inglês.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

The information collected on two similar programmes consulted at <http://infocursos.mec.pt> on July 25, 2019 indicates that the demand for this type of training at the MSc level is increasing.

Thus, the Master in Bioinformatics at the University of Minho had in 2013/2014, 43 students enrolled and in 2017/2018, 60 students enrolled; the Master in Computational Biology and Bioinformatics of the Faculty of Sciences of the University of Lisbon had in 2013/2014, 27 students enrolled and in 2017/2018, 41. For both study programmes, enrollment has gradually increased over time.

Importantly, it is expected that targeted promotion strategies will attract foreign students to this MSc programme, since all classes will be taught in English.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

n.a.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

n.a.

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

No campo da análise computacional de dados biológicos em combinação ou não com o desenho computacional de modelos biológicos, existe uma ampla gama de graus de mestrado na Europa, nomeadamente nas Escolas de Ciência e Tecnologia, atestando a relevância do tema. Alguns exemplos são:

ETH Zurich <https://www.ethz.ch/en/studies/prospective-masters-degree-students/masters-degree-programmes/engineering-sciences/master-computational-biology-and-bioinformatics.html>

• University College London <https://www.ucl.ac.uk/computational-biology>

• Copenhagen University <https://studies.ku.dk/masters/bioinformatics/programme-structure/specialisation-computational-biology/>,

• University of Amsterdam <https://www.uva.nl/en/programmes/masters/bioinformatics-and-systems-biology/study-programme/study-programme.html?origin=5BOaRAofTjCccATraJp2XA>

• University of Manchester <https://www.manchester.ac.uk/study/masters/courses/list/08854/msc-bioinformatics-and-systems-biology/>

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

In the field of computational analysis of biological data in combination or not with the computational design of biological models, there is a wide range of MSc degrees in Europe, namely in Schools of Science and Technology, attesting to the relevance of the subject. Some examples are:

• ETH Zurich <https://www.ethz.ch/en/studies/prospective-masters-degree-students/masters-degree-programmes/engineering-sciences/master-computational-biology-and-bioinformatics.html>

• University College London <https://www.ucl.ac.uk/computational-biology>

• Copenhagen University <https://studies.ku.dk/masters/bioinformatics/programme-structure/specialisation-computational-biology/>,

• University of Amsterdam <https://www.uva.nl/en/programmes/masters/bioinformatics-and-systems-biology/study-programme/study-programme.html?origin=5BOaRAofTjCccATraJp2XA>

• University of Manchester <https://www.manchester.ac.uk/study/masters/courses/list/08854/msc-bioinformatics-and-systems-biology/>

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Os Mestrados na mesma área em Universidades europeias têm objetivos muito semelhantes aos do MBCBI, uma vez que todos contemplam a aquisição de competências de programação e análise de dados, bem como de competências de análise de sequências (ácidos nucleicos ou proteínas) produzidas por tecnologias de larga escala. As ofertas que contemplam as áreas da Biologia de Sistemas e da Simulação Biológica estão também presentes em quase todos os

cursos oferecidos.

No panorama geral europeu, o MCBBI encontra-se entre os mais abrangentes sem sacrificar a profundidade do tratamento dos temas, o que se consegue através da divisão do programa de estudos em dois ramos de especialização. Nesse aspeto assemelha-se ao Mestrado com a mesma designação na ETH Zurich.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Programmes in the same field in European Universities have very similar objectives to those in the MCBBI programme, since they all include the acquisition of programming and data analysis skills, as well as sequence analysis skills (nucleic acids or proteins) produced by high-throughput technologies. Programmes covering the areas of Systems Biology and Biological Simulation are also present in almost all courses offered. When compared in general to the existing European programmes, the MCBBI programme is among the most comprehensive, without compromising in-depth treatment of the subjects, which can be achieved through promotion of specialization in two branches. In this respect, the present MSc resembles a programme with the same designation at ETH Zurich.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

n.a.

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

n.a.

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

Formação sólida: No tronco comum, os estudantes receberão formação sólida em UC base e, posteriormente, escolherão o ramo que pretendem integrar. Em ambos os semestres, poderão selecionar UC opcionais que lhes permitirão complementar a formação nas suas áreas de eleição. Concilia-se assim a aquisição de uma perspetiva abrangente da biologia computacional, com suficiente flexibilidade para atender a preferências individuais.

Internacionalização: O MCCBI será ensinado em Inglês, pretendendo-se atrair estudantes internacionais, mediante a implementação de estratégias adequadas de divulgação e promoção.

Diversidade: Trata-se de um ciclo de estudos na interface de diferentes áreas, implementado em colaboração entre diferentes unidades orgânicas da Universidade Nova, o que irá expor os estudantes a diferentes ambientes e competências.

Pessoal docente: Inclui um conjunto abrangente de docentes com grande experiência em diferentes áreas que confluem no ciclo de estudos e com percursos científicos de relevo, integrados em centros de investigação de qualidade amplamente reconhecida.

Infraestrutura: Estão disponíveis instalações de alta qualidade e pessoal de apoio especializado.

12.1. Strengths:

Solid Training: In the common core, students will be offered solid hands-on training in fundamental CUs and, later on, they will choose the branch they want to enroll in. In both semesters, students will be able to choose among several elective courses that will allow them to tailor the curriculum to their preferences. This will provide a broad perspective of computational biology, while allowing for sufficient individual flexibility.

Internationalization: The MCCBI will be taught in English and aims to attract international students; appropriate promotion strategies will be put in place.

Diversity: The study programme is at the interface of different areas and is a joint effort from five different organic units, which will expose the students to different environments and expertise.

Teaching staff: Faculty and Researchers involved in teaching cover a wide range of relevant areas of expertise and conduct state of the art research in excellent centers.

Infrastructure: High quality teaching and research facilities and specialized support staff will be available.

12.2. Pontos fracos:

Complexidade da gestão: O número elevado de áreas do conhecimento e unidades orgânicas envolvidas implicam um esforço adicional na gestão do curso. Os estudantes terão de se deslocar entre unidades orgânicas, o que significa que a distribuição de UC no horário e as questões logísticas terão de ser cuidadosamente planeadas.

Diversidade pedagógica: Os estudantes serão expostos a uma grande diversidade de docentes e ambientes letivos, o que significa que terá de ser feito um esforço para garantir a consistência pedagógica do ensino.

Curva de aprendizagem: Dado que se trata de um ciclo de estudos na interface de diferentes áreas (Biologia, Informática e Matemática), poucos estudantes terão conhecimentos de base sólidos nas diferentes áreas, o que implica que terá de ser feito um esforço adicional, quer pelos estudantes, quer pelos docentes.

12.2. Weaknesses:

Management complexity: The large number of areas and organic units involved implicate an additional effort in managing the study programme. This also implicates that the students will have to move between the different institutions and the lesson schedules will have to be carefully planned to accommodate this.

Pedagogical diversity: The students will be exposed to a large diversity of teaching staff and environments, which means that particular attention will be devoted to ensure pedagogical consistency.

Steep learning curve: Since the MCBBI is at the interface of different fields (Biology, Informatics and Mathematics), few students will have a comprehensive background at the start, which will require an additional effort from both the students and the teaching staff.

12.3. Oportunidades:

Atualidade: A biologia computacional e a Ciência de Dados são áreas emergentes a nível nacional e internacional.

Mercado de trabalho: Existe uma elevada procura de pessoas com formação sólida em Biologia Computacional e Ciência de Dados pela indústria e pela academia, que se prevê que cresça significativamente no futuro próximo.

Necessidade de oferta letiva: Existe um défice claro de ofertas de formação nesta área a nível nacional e internacional e, particularmente, na área de Lisboa.

Alinhamento estratégico: O MBCBI está alinhado com a estratégia e missão da Universidade NOVA, bem como com diversos programas nacionais e europeus (INCoDE 2030 - competências digitais, AI Portugal 2030 - inteligência artificial, Digital Europe programme)

Localização: O MBCBI será lecionado em unidades orgânicas localizadas em zonas bastante atrativas da grande Lisboa, incluindo o centro da cidade, a Costa da Caparica e Oeiras, o que tem potencial para atrair estudantes nacionais e internacionais.

12.3. Opportunities:

Timeliness: Computational Biology and Data Science are emerging areas at the national and international levels.

Job market: There is a high demand for professionals with solid training in Computational Biology and Data Science both in companies and in research laboratories, which is expected to grow significantly in the near future.

Training needs: There is a clear deficit of training programmes in this area of knowledge at the national and international levels. In Portugal, this deficit is noted particularly in the Lisbon area.

Strategic alignment: The MCBBI is aligned with the NOVA university strategy and mission, as well as with several national and European programmes (INCoDE 2030 – digital skills, AI Portugal 2030 – artificial intelligence, Digital Europe programme)

Location: The study programme will be taught in different premises in the Lisbon area, including the city center and the areas of Caparica and Oeiras, which is expected to attract national and international students, who aim to have a pleasant social experience.

12.4. Constrangimentos:

Candidaturas: Sendo uma área emergente e complexa, é difícil prever o número de candidaturas, especialmente nos primeiros anos. O elevado preço do alojamento poderá refletir-se negativamente na procura de ciclos de estudos na área de Lisboa.

Formação de base: Os estudantes poderão ter formações de base diversas, no que diz respeito a áreas como a matemática e a informática, uma vez que se espera que a maioria tenha uma licenciatura na área das Ciências da Vida, pelo que terá de ser feito um esforço inicial para garantir que conseguem adaptar-se.

Competição: Apesar de haver apenas um outro mestrado nesta área em Lisboa, existem outros mestrados concorrentes nas áreas da Biologia/Bioquímica e também em Ciência de Dados, que podem atrair alguns dos estudantes que se pretende captar.

Financiamento: As possíveis flutuações de orçamento, causadas pelo elevado peso do financiamento competitivo vs financiamento base de algumas das unidades orgânicas e pela imprevisibilidade dos concursos e dos seus orçamentos, bem como a situação indefinida de alguns dos docentes com posições não permanentes, podem levar a alguma instabilidade no corpo docente e condições de ensino.

12.4. Threats:

Applications: Being an emergent and demanding field, it is difficult to predict the number applications, especially in the first years. The current inflation in accommodation prices may have a negative impact on the attractiveness of Study Programmes in the Lisbon area.

Students backgrounds: Students are expected to have somewhat heterogeneous backgrounds in fundamental areas such as mathematics and informatics because not all will have a background in Life Sciences, which will eventually require and additional adaptation effort.

Competing Study Programmes: Although, there is currently only one other MSc in this field in the Lisbon area, there are other MSc programmes in the areas of Biology/Biochemistry and Data Science that may compete for the same pool of candidates.

Funding: Budget fluctuations, due to the high weight of competitive vs stable funding in some of the host institutions and the unpredictability of the outcome of competitive calls and budgets, as well as the undefined situation of some of the teaching staff with non-permanent positions, may result in some instability.

12.5. Conclusões:

O MBCBI pretende ser um mestrado muito forte em termos de solidez da formação, com grande potencial de internacionalização, com diversidade de competências e qualidade muito elevada do corpo docente e das infraestruturas. Em conjunto, estas características contribuem para uma oferta formativa de elevada qualidade, que oferecerá aos estudantes o treino e os recursos necessários para se tornarem profissionais bem sucedidos na área da Biologia Computacional. Existem, no entanto, alguns pontos negativos que devem ser tidos em conta. O número elevado de instituições envolvidas, apesar de contribuir para a diversidade e qualidade do ciclo de estudos, poderá criar dificuldades de coordenação pedagógica e logística, impondo um esforço adicional para garantir a qualidade e a consistência do ensino. Para minimizar o impacto destes constrangimentos, existirá uma colaboração estreita entre as unidades orgânicas participantes e os coordenadores conjuntamente com as comissões científica e pedagógica do ciclo de estudos irão assegurar que todos os aspetos do mestrado correrão da melhor forma. Outro aspeto a considerar é a complexidade de alguns dos tópicos abordados, tendo em conta a formação base heterogénea dos estudantes, que será colmatada com acesso a materiais de suporte e apoio tutorial por parte dos docentes. Adicionalmente, as aplicações práticas presentes no programa de várias UCs pretendem facilitar a aprendizagem, tornando-a mais tangível e motivante..

A presente proposta de criação do MBCBI surge na altura certa, na medida em que as áreas da Biologia Computacional e a Ciência de Dados têm uma procura crescente, quer por parte dos estudantes, quer por parte do mercado de trabalho, existindo claras necessidades de formação nesta área em Lisboa. A localização do mestrado e a oportunidade de os estudantes conhecerem diferentes centros de investigação de excelência distribuídos pela grande Lisboa, poderão também atrair estudantes nacionais e internacionais. Todas estas oportunidades serão postas em evidência na divulgação e promoção do ciclo de estudos. Os maiores constrangimentos dizem respeito à relativa imprevisibilidade do número de candidaturas (especialmente nos primeiros anos de funcionamento) e de financiamento. No entanto, dada a elevada qualidade da formação e o sucesso de outros cursos nesta área, é de esperar que o MBCBI atraia um número considerável de estudantes. Relativamente ao financiamento, os docentes e centros de investigação envolvidos são muito competitivos pelo que é previsível que continuem a atrair financiamento no futuro.

Em conclusão, o MBCBI pretende posicionar-se como um ciclo de estudos de excelência na sua área ao nível nacional e internacional, surgindo a presente proposta numa altura de crescente procura por profissionais com formação sólida nesta área emergente. Os principais aspectos negativos e constrangimentos estão bem identificados, bem como as estratégias para os colmatar.

12.5. Conclusions:

The MBCBI aims to become a very strong MSc course in what concerns training, internationalization, diversity of expertise and quality of teaching staff and infrastructures. Altogether, these characteristics contribute to a very solid MSc programme, which will offer the students all the training and resources they need to become successful professionals in this field. However, some weaknesses have been identified. The large number of institutions involved, while contributing to the MBCBI quality and diversity, may also generate management difficulties and requires additional effort to guarantee pedagogical consistency. To minimize the impact of these constraints, close collaboration between all the institutions will be promoted and the course coordinators and scientific and pedagogical councils will ensure that all the aspects of the MSc will run smoothly. The steep learning curve of some of the topics of the course may also pose difficulties, which will be addressed by providing the students with sufficient tutorial support. Additionally, the practical applications included in the syllabi of many CUs aim to facilitate the learning process by making it more tangible and motivating.

The timing of the present proposal to create the MBCBI is aligned with a growing demand both from the students and the job market for training in fields of Computational Biology and Data Science, while there are clearly unmet training needs in this field in the Lisbon area. The teaching locations, in the Lisbon city-center, Oeiras and Caparica and the opportunity to get to know top research centers is also expected to attract both national and international students. All these opportunities will be exploited and taken into account when advertising the MBCBI. The major threats concern the relative unpredictability concerning the number of applications, especially in the first years, and the funding instability. However, given the quality of the MBCBI and the success of other study programmes in this field, we are confident that the MBCBI will attract a considerable number of students as the result of an appropriate promotion strategy put in place in Portugal and abroad. Although funding instability creates some uncertainties concerning the teaching staff, this will not have a strong impact, since the majority of the teaching staff holds permanent positions. Additionally, the teaching staff and research centers involved are very competitive and are expected to continue attracting funding in the future.

In conclusion, the MCBBI aims to become a top quality study programme in its scientific field,, The timing of is that comes at the right time to train highly qualified professionals in an emerging field and strategies are already in place to deal with the threats and weaknesses that have been identified.