

ACEF/2122/0517707 — Guião para a auto-avaliação

I. Evolução do ciclo de estudos desde a avaliação anterior

1. Decisão de acreditação na avaliação anterior.

1.1. Referência do anterior processo de avaliação.

ACEF/1516/0517707

1.2. Decisão do Conselho de Administração.

Acreditar

1.3. Data da decisão.

2017-06-20

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

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

[2._MestradoFísica-descricao alteracoes-final.pdf](#)

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

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

Sim

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

Foram introduzidas as alterações aprovadas no âmbito do anterior processo de avaliação efetuado pela A3ES.

Este curso foi republicado em Diário da República pelo Despacho n.º 8315/2018, de 24 de agosto de 2018 e retificado pela Declaração de Retificação n.º 725/2018 de 8 de outubro de 2018.

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

Implementation of changes approved under the previous A3ES assessment process.

This course was published by Despacho n.º 8315/2018, of August 24th 2018 and rectified by Declaração de Retificação n.º 725/2018 of October 8th 2018.

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

Sim

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

Foram introduzidas as alterações aprovadas no âmbito do anterior processo de avaliação efetuado pela A3ES.

A língua oficial de ensino passou a ser o inglês.

Foram também introduzidas novas unidades curriculares opcionais para além das então referidas, nomeadamente:

- Modelos Físicos em Economia e Finanças*
- Radioastronomia*

A primeira insere-se numa melhoria relacionada com a recomendação de reforçar a ligação com uma possível saída profissional, enquanto a segunda destina-se a possibilitar aos alunos a experiência observacional direta em astrofísica.

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

Implementation of changes approved under the previous A3ES assessment process.

The official language of teaching became English.

New optional curricular units were also introduced in addition to those mentioned in the previous A3ES assessment process, namely:

- *Physical Models in Economics and Finance*
- *Radio astronomy*

The first is an initiative addressing the recommendation to reinforce the connection with a possible professional exit, while the second is intended to enable students to have direct observational experience in astrophysics.

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

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

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

Em 2018, as instalações do Lab. de Óptica e Lasers do ex-INETI foram transferidas para o edifício C8 no Campo Grande, o que correspondeu à existência de laboratórios de óptica de nível profissional nas instalações da Faculdade de Ciências. A equipa de investigação em óptica e lasers foi também instalada em gabinetes no C8. Estas duas alterações permitiram facilitar o acesso dos alunos de 2º e 3º ciclos a este domínio científico experimental.

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

In 2018, the facilities of Lab. Optics and Lasers ex-INETI were transferred to C8 building in Campo Grande, corresponding to the existence of professional-level Optics laboratories in the premises of of Faculdade de Ciências. The research team in optics and lasers was also installed at C8. These two changes allowed for the easier access of students of 2nd and 3rd cycles to this experimental scientific domain.

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

Não

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

Sim

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

Em consequência da decisão da Universidade de Lisboa de uniformizar a gestão académica e administrativa dos seus cursos, a FCUL adotou em 2016/17 a plataforma FenixEdu. Assim, os docentes passaram a dispor de 2 plataformas (FenixEdu e Moodle) para contactos e disponibilização de conteúdos aos alunos.

Em termos de estruturas de apoio aos processos de ensino há a referir a renovação da Biblioteca Central, o novo espaço estudante no edifício C1 e o novo espaço da ULisboa no antigo edifício Caleidoscópio no Jardim do Campo Grande (sala de estudo, área de exposições e anfiteatro). Houve também um reforço da rede wireless em todo o Campus.

Durante os anos letivos 2019/2020 e 2020/2021, a situação pandémica implicou a implementação de aulas à distância para o que a Faculdade dispôs de acesso ao serviço Colibri/Zoom para esse efeito.

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

As a result of the decision by the University of Lisbon to standardize the academic and administrative management of its courses, in 2016/17 FCUL adopted the FenixEdu platform. Thus, teachers now have 2 platforms (FenixEdu and Moodle) for contacts and content availability to students.

In terms of support structures for teaching processes, mention should be made of the renovation of the Central Library, the new student space in building C1 and the new ULisboa space in the old Caleidoscópio building in Jardim do Campo Grande (study room, exhibition area and amphitheater). There was also a reinforcement of the wireless network throughout the Campus.

During the academic years of 2019/2020 and 2020/2021, the pandemic situation implied the implementation of distance learning, for which the Colibri / Zoom service was available.

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

Não

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

<sem resposta>

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

<no answer>

1. Caracterização do ciclo de estudos.

1.1 Instituição de ensino superior.

Universidade De Lisboa

1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.

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

Faculdade De Ciências (UL)

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

1.3. Ciclo de estudos.

Física

1.3. Study programme.

Physics

1.4. Grau.

Mestre

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

[1.5_d_8315_2018_com_dec_ret.pdf](#)

1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.

Ciências Físicas

1.6. Main scientific area of the study programme.

Physics

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

441

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

N/A

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

N/A

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

120

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

2 anos / 4 semestres

1.9. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 63/2016, of September 13th):*2 years / 4 semesters***1.10. Número máximo de admissões.***15***1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.***40**Tem havido uma evolução positiva no número de candidatos que esperamos que venha ainda a crescer com o aumento da divulgação a nível internacional.**Com essa perspetiva e considerando a nossa capacidade atual de orientação de trabalhos de dissertação, e a sua evolução nos próximos anos, consideramos que o número máximo de admissões a considerar no mestrado será de 40. Este valor limite não será atingido imediatamente sendo previsto um aumento gradual das vagas tendo em consideração a evolução do número de candidatos e a avaliação anual do funcionamento do ciclo de estudos.***1.10.1. Intended maximum enrolment (if different from last year) and respective justification.***40**There has been a positive evolution in the number of candidates, which we expect to grow even further as international outreach increases.**In this perspective and considering our current ability to supervise dissertation work, as well as its evolution in the coming years, we consider that the maximum number of enrolments to be considered in the master's is 40. This maximum value will not be reached immediately, and we anticipate a gradual increase in admissions in view of the evolution in the number of candidates and the annual evaluation of the study cycle.***1.11. Condições específicas de ingresso.***Os candidatos devem verificar uma das condições seguintes:*

- a) Ser titular de grau de licenciado ou equivalente legal na área de Física ou outra área que a comissão científica deste ciclo de estudos (CCCE) considere adequadas;*
- b) Ser titular de grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1.º ciclo de estudos organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha; por um estado aderente a este Processo, na área de Física ou outra área que a CCCE considere adequadas*
- c) Ser titular de um grau académico superior estrangeiro reconhecido pelo conselho científico da Faculdade de Ciências como satisfazendo os objectivos do grau de licenciado numa área que a CCCE considere adequada. A admissão e seriação será efetuada de acordo com as normas definidas no Regulamento do ciclo de estudos conducente ao grau de Mestre da FCUL (Despacho n.º 7742/2021 de 6 de agosto, retificado pela Declaração de Retificação n.º 622/2021, de 10 de setembro).*

1.11. Specific entry requirements.*Candidates must meet one of the following requirements:*

- a) Hold a bachelor's degree or legal equivalent in the area of Physics or other area considered suitable by the scientific committee of this cycle of studies;*
- b) Hold a foreign academic degree conferred after a 1st cycle of studies organized in accordance with the principles of the Bologna Process by a member state in this Process in the area of Physics or other area considered suitable by the scientific committee of this cycle of studies;*
- c) Hold of a foreign academic degree recognized by the scientific council of the Faculty of Sciences as meeting the objectives of a bachelor's degree in an area considered suitable by the scientific committee of this cycle of studies. Admission and seriation will be carried out, in general, according to the rules defined in the 2nd cycle admission regulation of FCUL (Despacho n.º 7742/2021 de 6 de agosto, retificado pela Declaração de Retificação n.º 622/2021, de 10 de setembro).*

1.12. Regime de funcionamento.*Diurno***1.12.1. Se outro, especifique:***N/A***1.12.1. If other, specify:***N/A***1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:***Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa
Campo Grande, 1749-016 Lisboa
Portugal***1.14. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República**

(PDF, máx. 500kB).

[1.14._d_6604_2018.pdf](#)**1.15. Observações.**

No campo 1.14 foi inserido o Regulamento de Creditação e Integração Curricular de Experiências Profissionais e Formações Académicas da Universidade de Lisboa. O Regulamento de Creditação de Formação e de Competências da FCUL encontra-se publicado pelo Despacho n.º13285/2013, de 17 de outubro (https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/legislacao/d_13285_2013.pdf), alterado pelo Despacho n.º 12137/2014, de 1 de outubro (https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/legislacao/d_12137_2014.pdf).

1.15. Observations.

In field 1.14 was loaded the Regulamento de Creditação e Integração Curricular de Experiências Profissionais e Formações Académicas da Universidade de Lisboa. The Regulamento de Creditação de Formação e de Competências da FCUL is published by Despacho n.º13285/2013, October17th (https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/legislacao/d_13285_2013.pdf), amended by Despacho n.º 12137/2014, October1st (https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/legislacao/d_12137_2014.pdf).

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

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

Opções/Ramos/... (se aplicável):

Astrofísica e Cosmologia
Física Estatística e Matéria Condensada
Física Nuclear e Partículas

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

Astrophysics and Cosmology
Statistical and Condensed Matter Physics
Nuclear and Particle Physics

2.2. Estrutura curricular (a repetir para cada um dos percursos alternativos)**2.2. Estrutura Curricular - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia****2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável).***Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia***2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)***Specialization Area in Astrophysics and Cosmology***2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciências Físicas / Physics	CFIS	84	0	0-36 ECTS optativos/0-36 optional ECTS
Engenharias e Tecnologias Físicas / Physical Engineering and Technologies	ETFIS	0	0	0-18 ECTS optativos/0-18 optional ECTS
Outra / Other	OUT	0	0	0-18 ECTS optativos/0-18 optional ECTS
(3 Items)		84	0	

2.2. Estrutura Curricular - Área de Especialização em Física Estatística e Matéria Condensada**2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável).***Área de Especialização em Física Estatística e Matéria Condensada***2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)**

Specialization Area in Statistical and Condensed Matter Physics**2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciências Físicas / Physics	CFIS	84	0	0-36 ECTS optativos/0-36 optional ECTS
Engenharias e Tecnologias Físicas / Physical Engineering and Technologies	ETFIS	0	0	0-18 ECTS optativos/0-18 optional ECTS
Outra / Other	OUT	0	0	0-18 ECTS optativos/0-18 optional ECTS
(3 Items)		84	0	

2.2. Estrutura Curricular - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas**2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável).***Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas***2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)***Specialization Area in Nuclear and Particle Physics***2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciências Físicas / Physics	CFIS	84	0	0-36 ECTS optativos/0-36 optional ECTS
Engenharias e Tecnologias Físicas / Physical Engineering and Technologies	ETFIS	0	0	0-18 ECTS optativos/0-18 optional ECTS
Outra / Other	OUT	0	0	0-18 ECTS optativos/0-18 optional ECTS
(3 Items)		84	0	

2.3. Metodologias de ensino e aprendizagem centradas no estudante.**2.3.1. Formas de garantia de que as metodologias de ensino e aprendizagem são adequadas aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, favorecendo o seu papel ativo na criação do processo de aprendizagem.**

Na elaboração do plano de estudos foi definido o conteúdo das fichas das unidades curriculares (UCs), a ser lecionado pelos docentes responsáveis, que descreve os objetivos de aprendizagem respetivos. Qualquer alteração nas fichas das UCs tem que ser aprovada pela comissão de coordenação do ciclo de estudos (CCCE).

Cada ano do ciclo de estudos elege um aluno representante, que é interlocutor direto da CCCE, e junto do qual os colegas podem levantar qualquer questão relativamente aos conteúdos ou prática de leção. A relação de confiança entre os alunos e a CCCE tem permitido a solução rápida de questões pontuais.

As UCs são lecionadas em aulas presenciais teóricas e, em geral, aulas teórico-práticas. Na nova proposta propõe-se uma redução do peso destas para possibilitar maior disponibilidade dos alunos para a realização do trabalho autónomo.

A componente de ensino experimental ocorre em laboratórios de investigação garantindo aos alunos a utilização de equipamentos avançados.

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

In the elaboration of the curricular structure, the main content of each curricular unit (CU) was defined, that describe the respective learning objectives to be taught by the teachers. Any change in the UC content must be approved by the coordination committee of the studies cycle (CCSC).

For each curricular year a representative student is elected by the enrolled students, who is the direct interlocutor of the CCSC, and with whom colleagues can raise any question regarding the contents or teaching practice. The trust relationship between students and CCCE has allowed the quick solution of specific issues.

The CUs are taught in presential theoretical classes and, in general, theoretical-practical classes. The new curricular

structure reduces the TPs weight in presential teaching to enable greater availability of students to carry out autonomous work.

The experimental teaching component takes place in research laboratories, guaranteeing students the use of advanced equipment.

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

A medida da carga média de trabalho usa como referencial a decisão do Senado da ULisboa de que 1 ECTS corresponde a 28h de trabalho de um estudante. Pressupõe-se assim que 1 ano de trabalho corresponde a 1680h. A aferição do esforço associado a cada unidade curricular é responsabilidade principal do coordenador de ciclo de estudo, durante a preparação do ano letivo e no seu decurso.

A comissão pedagógica do ciclo de estudos, órgão paritário composto por um aluno de cada ano e igual número de docentes, facilita a deteção e correção de situações anómalas no decurso do ano letivo.

Uma das preocupações importantes é assegurar equilíbrio do trabalho solicitado pelas diferentes UCs, evitando sobreposição das datas de entrega de trabalhos de avaliação contínua. Quando se verifica essa situação, é prática usual, o reajuste das datas correspondentes pelos professores das UCs.

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

The measure of the average student uses as a reference the decision of the ULisboa Senate that 1 ECTS corresponds to 28 hours of work for the student. It is therefore assumed that 1 year of work corresponds to 1680 hours.

The assessment of the effort associated with each curricular unit is the main responsibility of the study cycle coordinator, during the preparation of the academic year and during its course.

The pedagogical committee of the study cycle, composed by one student of each year and an equal number of teachers, facilitates the detection and correction of abnormal situations during the academic year.

One of the important concerns is to ensure balance of the requested continuous assessment work from different UCs, avoiding overlapping of delivery dates. When this situation is verified, it is usual practice, the readjustment of the corresponding dates by the professors of the UCs.

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

Os formatos de avaliação são uma decisão dos professores responsáveis pelas unidades curriculares (UCs), que o coordenador do ciclo de estudos monitoriza. Em particular, no início de cada semestre, o coordenador solicita as formas e datas de avaliação de cada UC e promove os ajustes necessários para que a carga de trabalho ao longo do semestre seja gerível pelos alunos.

Em geral, as UCs pretendem capacitar os estudantes com conhecimentos teóricos sólidos aliados à sua aplicação prática em problemas concretos. É considerado muito importante o trabalho autónomo dos alunos pelo que a avaliação da aprendizagem contempla formas de avaliação contínua ou parcial (resolução de problemas, análise de artigos, testes parciais, projetos e relatórios) em alternativa ou em conjunto com o exame final.

O sucesso/insucesso dos alunos nas várias avaliações é um indicador importante.

As UCs são avaliadas, pelos alunos, através de inquéritos de satisfação no final do semestre.

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

The assessment schemes are a decision of the professors responsible for each curricular units (CU), that the coordinator of the study cycle monitors. In particular, at the beginning of each semester, the coordinator requests the types and assessment dates for each UC and makes the necessary adjustments so that the distribution of the workload throughout the semester is manageable by the students.

In general, the CUs aim to provide students with solid theoretical knowledge combined with its practical application in actual problems. Students' autonomous work is considered very important, and learning assessment generally includes forms of continuous or partial assessment (problem solving, article analysis, partial tests, projects and reports) in addition to or as an alternative to the final exam.

Student success/failure on the various assessments is an important indicator.

The UCs are evaluated by students through satisfaction surveys at the end of the semester.

2.4. Observações

2.4 Observações.

As três áreas de especialização têm a mesma estrutura: quatro disciplinas específicas obrigatórias, seis disciplinas de opção, duas disciplinas de seminário e a dissertação. As disciplinas específicas em conjunto com a dissertação asseguram uma diferenciação clara entre as diferentes áreas de especialização.

Todos os Grupos Opcionais poderão incluir ainda outras unidades curriculares, a fixar anualmente pela FCUL, sob proposta do Departamento de Física.

De acordo com o Sistema Integrado de Garantia da Qualidade da Universidade de Lisboa, o Regulamento do Sistema Integrado de Garantia da Qualidade da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Despacho n.º 10532/2017 publicado em 4 de Dezembro 2017 -

https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/legislacao/d_10532_2017.pdf estabelece as bases do Sistema Integrado de Garantia da Qualidade de Ciências (QCiências), definindo a sua organização e principais instrumentos. O QCiências deverá garantir a melhoria contínua dos processos da Faculdade de Ciências da

Universidade de Lisboa avaliando o grau de cumprimento da sua missão através de critérios e indicadores de desempenho.

2.4 Observations.

The three specialization areas have the same structure: four specific mandatory courses, six optional courses, two seminars and the dissertation. The specific disciplines together with the dissertation ensure a clear differentiation between the different areas of specialization.

All Optional Groups may also include other curricular units, to be set annually by FCUL, upon proposal by the Department of Physics.

According to the Integrated System of Quality Assurance of the University of Lisbon, the Regulation of the Integrated System of Quality Assurance of the Faculty of Sciences of the University of Lisbon (Order No. 10532/2017 published on December 4, 2017 - https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/legislacao/d_10532_2017.pdf) establishes the bases of the Integrated Science Quality Assurance System (QCiências), defining its organization and main instruments. QCiências must guarantee the continuous improvement of the processes of the Faculty of Sciences of the University of Lisbon, evaluating the degree of fulfillment of its mission through criteria and performance indicators.

3. Pessoal Docente

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

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

Coordenadora: Maria Margarida Colen Martins da Cruz, Doutoramento, Professora Associada com agregação, contrato a 100% por tempo indeterminado.

Co-coordenador: José Manuel Lorenço Coutinho Afonso, Doutoramento, Investigador Auxiliar com agregação, contrato a 100% por tempo indeterminado.

Observação sobre as fichas de docentes (secção 3.2)

- No caso das UCs opcionais foram apenas exportadas as fichas dos docentes que lecionam opções ativas em 2021/2022;

- Para além dos docentes que lecionam alguma UC do ciclo de estudos, foram também incluídos docentes que orientam dissertações;

3.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Maria Margarida Colen Martins da Cruz	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
António José Cunha da Silva	Investigador	Doutor		Physics - Astronomy	100	Ficha submetida
Ana Cláudia Lourenço Santana Marques	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Doutoramento em Física	75	Ficha submetida
Joao Carlos Caetano de Freitas Pires da Cruz	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Física	0	Ficha submetida
João Lin Yun	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Astrofísica	100	Ficha submetida
Nelson José Godinho Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Cosmologia	100	Ficha submetida
Manuel Adler Sanchez de Abreu	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Física	100	Ficha submetida
José Pedro Oliveira Mimoso	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Astronomia e Astrofísica	100	Ficha submetida
Mário Manuel Silveira Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física da Matéria Condensada	100	Ficha submetida
Ismael Alexandre Borges Tereno	Investigador	Doutor		Astronomia e Astrofísica	0	Ficha submetida
Israel Matute Troncoso	Investigador	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Luis Filipe Lopes Bento	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Física de Partículas Elementares	100	Ficha submetida
Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida

Vladimir Vladlenovich Konotop	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Jose Manuel Lourenco Coutinho Afonso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Astrofísica	100	Ficha submetida
José Maria Longras Figueiredo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Alexandre Pereira Cabral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
José Manuel Pires Marques	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Luís Fernando Rodrigues de Sequeira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Patricia Ferreira Neves Faisca	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Francisco Sabelio Nobrega Lobo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
José Manuel de Nunes Vicente e Rebordão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física Óptica	100	Ficha submetida
João Nuno Ramalho Gonçalves Pires	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física	0	Ficha submetida
André Maria da Silva Dias Moitinho de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Astrofísica e partículas	100	Ficha submetida
Helena de Fatima Nunes Casimiro dos Santos	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física	0	Ficha submetida
Koraljka Muzic	Investigador	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Cirino Pappalardo	Investigador	Doutor	Astrophysics	100	Ficha submetida
Nuno Miguel Azevedo Machado de Araújo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Borges do Canto Mota Machado	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Astronomia e Astrofísica	0	Ficha submetida
Margarida Maria Telo da Gama	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física Teórica	100	Ficha submetida
Daniel Galaviz Redondo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física Nuclear	100	Ficha submetida
Iveta Rombeiro do Rego Pimentel	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Rui Alberto Serra Ribeiro dos Santos	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física de Partículas	0	Ficha submetida
Carlos Manuel Ribeiro Albuquerque	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria Manuel Correia Torres	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
				2875	

<sem resposta>

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

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

3.4.1.1. Número total de docentes.

35

3.4.1.2. Número total de ETI.

28.75

3.4.2. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

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

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº de docentes / Staff number	% em relação ao total de ETI / % relative to the total FTE
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	24	83.478260869565

3.4.3. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

3.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor / Academically qualified teaching staff – staff holding a PhD

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	28.75	100

3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

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

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	25.75	89.565217391304
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

3.4.5. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

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

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos de carreira com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Career teaching staff of the study programme with a link to the institution for over 3 years	23	80
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

4. Pessoal Não Docente

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

Na FCUL os funcionários não docentes não estão afetos a um curso em particular, mas sim a toda a oferta formativa existente. Assim, consideram-se afetos a este ciclo de estudos 10 funcionários em regime de tempo integral, parcialmente dedicados ao mesmo: 8 funcionários nas Unidades de Serviços da FCUL (Direção Académica, Área de Mobilidade e Apoio ao Aluno e Direção de Serviços Informáticos), 1 funcionário do Núcleo do C8 e 1 funcionário do Departamento de Física.

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

At FCUL non-academic staff are not concerned with a particular course, but with the entire existing educational offer. This study cycle is affected by 10 full-time employees, partially dedicated to the study cycle: 8 in FCUL Service Units (Direção Académica, Área de Mobilidade e Apoio ao Aluno e Direção de Serviços Informáticos) and 1 in C8 Core and 1 from Physics Department.

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

Funcionários das Unidades de Serviço: 1 funcionário com 12.º ano de escolaridade; 6 funcionários com Licenciatura; 1 funcionário com Mestrado.

Funcionário do Núcleo: 12.º ano de escolaridade

Funcionário do Departamento de Física: Mestrado

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

Employees of the Service Units: 1 employee with completed high-school (12th year); 6 employees with a degree; 1 employee with a Master's Degree.

*Core Employee: completed high-school (12th year)
Physics Department Employee: Master's Degree*

5. Estudantes

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

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

5.1.1. Total de estudantes inscritos.

47

5.1.2. Caracterização por género

5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	79
Feminino / Female	21

5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular.

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

Ano Curricular / Curricular Year	Nº de estudantes / Number of students
1º ano curricular do 2º ciclo	20
2º ano curricular do 2º ciclo	27
	47

5.2. Procura do ciclo de estudos.

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

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	20	20	25
N.º de candidatos / No. of candidates	18	21	22
N.º de colocados / No. of accepted candidates	13	20	20
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	12	17	19
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	0	0	0
Nota média de entrada / Average entrance mark	0	0	0

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.

Por área de especialização estão inscritos no ano lectivo 2021/22

*Astrofísica e Cosmologia Física Estatística e Matéria Condensada Física Nuclear e Partículas
22 9 16*

A nota de candidatura do último colocado ea nota média de entrada na pergunta 5.2.apresentam o valor 0, é porque nos mestrados e doutoramentos não se pede esta informação, mas é obrigatório preencher o campo.

Relativamente ao número de admitidos,não foram contabilizados os candidatos que foram admitidos ao curso mas que desistiram.

5.3. Eventual additional information characterising the students.

*By area of specialization, students enrolled in the academic year 2021/22
Astrophysics and Cosmology Statistical and Condensed Matter Physics Nuclear and Particle Physics
22 9 16*

The last place mark and the average mark of candidates in question 5.2. have the value 0, because this is a field not to be filled in masters and doctorates courses, but it is mandatory to fill it for submission.

Regarding the number of admissions, candidates who were admitted to course but who dropped out were not counted

6. Resultados

6.1. Resultados Académicos

6.1.1. Eficiência formativa.

6.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º graduados / No. of graduates	11	7	5
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	9	4	3
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	2	3	1
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	0
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	1

Pergunta 6.1.2. a 6.1.3.

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

Simulation of Auger electron spectra from nuclides of medical interest, 2020
Phase diagrams of linker-monomer binary mixtures: effects of size and gravity, 2020
Synchronization of a binary mixture of coupled Brownian oscillators, 2020
Extensions of the scalar sector of the Standard Model, 2020
Interfacial properties of active matter, 2019
Study of global dust storms on Mars using high resolution spectroscopy, 2019
Detection of chemical species in Titan's atmosphere using high-resolution spectroscopy, 2019
Exploration of unsupervised machine learning methods to study galaxy clustering, 2019
Atmospheric dynamics of Venus using space based observations and cloud tracking techniques, 2019
Dynamics of active particles in the presence of obstacles, 2019
Cubic Galileon theory in the Effective Field theory formalism: a cosmological study, 2019
Synchronization of physical oscillators, 2018
Magnetic navigation and actuation of nanorobotic systems through the use of Helmholtz coils, 2018
A multiwavelength study of massive galaxy disks across cosmic time, 2018
World tourism and airline networks: structure and correlations, 2018
Cell-mediated self-assembly of colloidal scaffolds, 2018
Granular electrostatics and the formation of aggregates, 2018
Tracing the scale height evolution of the galactic disk with open clusters, 2018
Semiclassical limit of the EPRL spin foam model, 2018
Dynamics in loop quantum cosmology, 2018
Models of disformally coupled dark energy, 2018
Effects of confinement in the folding of knotted proteins, 2018

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

Simulation of Auger electron spectra from nuclides of medical interest, 2020
Phase diagrams of linker-monomer binary mixtures: effects of size and gravity, 2020
Synchronization of a binary mixture of coupled Brownian oscillators, 2020
Extensions of the scalar sector of the Standard Model, 2020
Interfacial properties of active matter, 2019
Study of global dust storms on Mars using high resolution spectroscopy, 2019
Detection of chemical species in Titan's atmosphere using high-resolution spectroscopy, 2019
Exploration of unsupervised machine learning methods to study galaxy clustering, 2019
Atmospheric dynamics of Venus using space based observations and cloud tracking techniques, 2019

Dynamics of active particles in the presence of obstacles, 2019
Cubic Galileon theory in the Effective Field theory formalism: a cosmological study, 2019
Synchronization of physical oscillators, 2018
Magnetic navigation and actuation of nanorobotic systems through the use of Helmholtz coils, 2018
A multiwavelength study of massive galaxy disks across cosmic time, 2018
World tourism and airline networks: structure and correlations, 2018
Cell-mediated self-assembly of colloidal scaffolds, 2018
Granular electrostatics and the formation of aggregates, 2018
Tracing the scale height evolution of the galactic disk with open clusters, 2018
Semiclassical limit of the EPRL spin foam model, 2018
Dynamics in loop quantum cosmology, 2018
Models of disformally coupled dark energy, 2018
Effects of confinement in the folding of knotted proteins, 2018

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

A área científica dominante é Física não podendo ser feita uma comparação entre áreas científicas diferentes dado que as outras áreas são residuais.

Quanto ao sucesso nas diferentes UCs, é difícil realizar estatísticas sobre as aprovações dado que o número de alunos em cada UC é pequeno e, o ratio aprovados/avaliados é próximo de 100% nos três últimos anos letivos. No entanto considerando que os alunos não avaliados correspondem a insucesso, verifica-se que as disciplinas em que este ratio é menor, de uma forma mais sistemática são as UCs Mecânica Quântica Complementar, Física Estatística Complementar, Transições de fase e Física de Partículas. Em algumas destas disciplinas as desistências dos alunos têm que ver com uma formação prévia insuficiente. Um dos factores importantes foi a pandemia que afectou o 2º semestre de 2019/2020 e o ano letivo 2020/2021. Neste período houve uma maior dificuldade de comunicação entre os docentes e os alunos. Os professores das disciplinas foram contactados para terem estes factos em consideração e procurarem perceber as razões que levaram a essa situação.

Também a diminuição importante no número de alunos que concluiu o seu trabalho de dissertação é explicado pela pandemia actual.

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

The dominant scientific area is Physics, and a real comparison cannot be made with otherscientific areas since they are residual.

As for the success in the different CUs, it is difficult to obtain statistics on approvals given that the number of students in each CU is small and the ratio approved/evaluated is close to 100% in the last three academic years.

However, considering that non-evaluated/enrolled students correspond to failure, it appears that the courses in which this ratio is lower, in a more systematic way, are the CUs Complementary Quantum Mechanics, Complementary Statistical Physics, Phase Transitions and Particle Physics. In some of these disciplines, students' dropouts have to do with insufficient prior training. Another important factor was the pandemic that affected the 2nd semester of 2019/2020 and the academic year 2020/2021. During this period there was a greater difficulty in communication between teachers and students. The CUs professors were contacted to take the success results into account and seek to understand the reasons that led to this situation.

The important decrease in the number of students who completed their thesis work is also explained by the current pandemic.

6.1.4. Empregabilidade.

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

Em InfoCursos -<http://infocursos.mec.pt/?i=1#.XYZSMVVKiUI>, é indicada a percentagem de 1,8% de recém-licenciados do curso que, em 2020, se encontravam inscritos como desempregados no Instituto de Emprego e Formação Profissional, considerando todos os alunos que se formaram no curso entre os anos letivos 2016/17 e 2019/20.

Em DGEEC - Desemprego de licenciados: <http://www.dgeec.mec.pt/np4/92/> o número de desempregados com o Mestrado em Física da Universidade de Lisboa é zero.

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

In InfoCursos -<http://infocursos.mec.pt/?i=1#.XYZSMVVKiUI>, 1.8% is indicated as the percentage of recent graduates of the course who, in 2020, were registered as unemployed at the Employment and Training Institute Professional, considering all students who graduated in the course between the academic years 2016/17 and 2019/20.

In DGEEC - Unemployment of graduates: <http://www.dgeec.mec.pt/np4/92/> the number of unemployed with the Master's in Physics at the University of Lisbon is zero.

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

Muitos dos alunos que concluem o mestrado continuam o seu percurso numa carreira de investigação seguindo para doutoramento.

Aqueles que não pretendem seguir para doutoramento têm conseguido emprego, utilizando as valências obtidas na sua formação.

6.1.4.2. Reflection on the employability data.

Many of the students who complete a master's degree continue their path in a research career starting a PhD.

Those who do not intend to pursue a PhD have been able to find jobs, using the skills obtained in their training.

6.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

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

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

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ No. of integrated study programme's teachers	Observações / Observations
Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço (IA)	Excelente	Universidade de Lisboa/Faculdade de Ciências	11	https://www.iaastro.pt
Center for Astrophysics and Gravitation (CENTRA-Ciências)	Excelente	Universidade de Lisboa/Faculdade de Ciências	3	https://centra.tecnico.ulisboa.pt
Centro de Física Teórica e Computacional (CFTC)	Muito Bom	Universidade de Lisboa/Faculdade de Ciências	6	https://cftc.ciencias.ulisboa.pt
Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP)	Excelente	Universidade de Lisboa/Faculdade de Ciências	4	https://www.lip.pt
Biosystems and Integrative Sciences Institute (BioISI)	Bom	Universidade de Lisboa/Faculdade de Ciências	4	http://bioisi.pt

Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.

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

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/cc7a0ecb-20d9-91c8-0abe-6192822b679e>

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

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/cc7a0ecb-20d9-91c8-0abe-6192822b679e>

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

O elevado nível de formação numa ciência fundamental como a Física, aliado à capacidade desenvolvida para realizar trabalho de investigação original e desenvolvimento inovador, constituem um enorme contributo para a valorização e desenvolvimento de uma economia competitiva baseada no conhecimento científico. A nível mundial, vários Físicos desempenham uma atividade crucial na economia. A formação avançada na área de Física é o objetivo deste ciclo de estudos e todos os alunos graduados são contributos potenciais para o desenvolvimento nacional. A formação avançada também contribui para o capital científico regional e local.

Os resultados da investigação de docentes e investigadores ligados a este ciclo de estudos, assim como os materiais pedagógicos criados, têm sido usados em palestras oferecidas a instituições de educação, localizadas principalmente na região de Lisboa. Alguns docentes participaram em Ações de Formação para professores. As palestras promovem a interação com instituições de educação locais e regionais enquanto as ações de formação podem ter âmbito regional ou nacional, ambas contribuindo para uma cultura científica da comunidade..

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

The high level of specialized training in a fundamental science such as Physics, combined with the capacity to carry out original research work and innovative development, constitute a major contribution to the enhancement and development of a competitive economy based on scientific knowledge. Worldwide, several Physicists play a crucial role in the economy. Advanced training in Physics is the objective of this cycle of studies and all graduate students are potential contributions to national development. Advanced training also contributes to regional and local scientific capital.

The results of the investigation of professors and researchers linked to this cycle of studies, as well as the pedagogical materials created, have been used in lectures offered to educational institutions, located mainly in the

Lisbon region. Some members of the teaching staff participated in Training Actions for high-school teachers.. The lectures in schools promote interaction with local and regional educational institutions while the training actions can have a regional or national scope, both contributing to the community scientific culture.

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

A Dissertação realizada pelos alunos é muitas vezes integrada em projetos de Investigação e Desenvolvimento de equipas nacionais ou internacionais. Alguns dos projetos envolvem o uso de grandes equipamentos e colaboração com grandes equipas internacionais (e.g. CERN, ESA, ESO). Nos projetos de investigação os alunos podem ter acesso a bolsas que financiam alguns meses de trabalho. Estes projetos são desenvolvidos no quadro dos centros de investigação, com colaborações nacionais e internacionais e podem ser consultados nos currícula dos docentes. Não há critério para singularizar alguns desses projetos.

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

The students final work (thesis) is frequently integrated into Research and Development projects. Some of the projects involve the use of large equipment in collaboration with large international teams (eg CERN, ESA, ESO). In these research projects, students can access scholarships that finance some months of their work. The projects are developed within the framework of research centers, with national and international collaborations and can be consulted in each staff member curriculum. There are no criteria to single out some of these projects.

6.3. Nível de internacionalização.

6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes

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

	%
Alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Foreign students enrolled in the study programme	2
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	0
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	0
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	1
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	2

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

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

A possibilidade de os alunos terem uma experiência internacional é importante para que possam avaliar a qualidade do trabalho que fazem a nível nacional comparativamente com a realizada em outros países e, simultaneamente, permite-lhes iniciar contactos científicos. O contacto com alunos erasmus estrangeiros, inscritos em algumas UCs deste mestrado é também relevante.

Ciências tem acordos de mobilidade para o 2º ciclo de Física com :

Áustria-Universität Wien

Bélgica-Universiteit Antwerpen

Alemanha-Ruhr-Universität Bochum, Universität Bonn, Universität Göttingen, Technische Universität Dresden,

Friedrich-Schiller Universität Jena, Universität Leipzig, Ludwig-Maximilians-Universität München, Westfälische

Wilhelms-Universität Munster

Croácia-University of Split

Espanha-Universidad de Cantabria

França-Sorbonne Université, Université Paris-Saclay

Holanda-University of Amsterdam

Itália-Università di Bologna

Suécia-Malmö University, Karlstad University

Turquia-Ege University

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

The possibility for students to have an international experience is important to compare the quality of the work they do at national level to that carried out in other countries and, at the same time, it allows them to initiate scientific contacts. Contact with foreign erasmus students, enrolled in some CUs of this Master's is also relevant.

Science has mobility agreements for the 2nd cycle of Physics with:

Áustria-Universität Wien

Bélgica-Universiteit Antwerpen

Alemanha-Ruhr-Universität Bochum, Universität Bonn, Universität Göttingen, Technische Universität Dresden,

Friedrich-Schiller Universität Jena, Universität Leipzig, Ludwig-Maximilians-Universität München, Westfälische

Wilhelms-Universität Munster

Croácia-University of Split
 Espanha-Universidad de Cantabria
 França-Sorbonne Université , Université Paris-Saclay
 Holanda-University of Amsterdam
 Itália-Università di Bologna
 Suécia-Malmö University, Karlstad University
 Turquia-Ege University

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

*Os dados relativos aos estudantes inscritos e em mobilidade referem-se ao ano letivo em curso (2021/22).
 Os diplomados referem-se aos anos letivos de 2017/18, 2018/19 e 2019/20 (dados oficiais).*

O efeito da situação de pandemia vivido no 2º semestre de 2019/2020 e durante 2020/2021 sentiu-se principalmente no número de dissertações defendidas nesses dois anos letivos.

Também o nível de internacionalização, no que corresponde aos programas de saída de estudantes portugueses para Universidades estrangeiras e entrada de estudantes estrangeiros para a FCUL, baixou significativamente com a redução da mobilidade entre países.

6.4. Eventual additional information on results.

*Data on enrolled and mobile students refer to the current academic year (2021/22).
 Graduates refer to the academic years 2017/18, 2018/19 and 2019/20 (official data).*

The effect of the pandemic situation experienced in the 2nd semester of 2019/2020 and during 2020/2021 was felt mainly in the number of theses presented in these two academic years.

The level of internationalization, associated with portuguese students going to foreign Universities and foreign students coming to FCUL, also dropped significantly with the reduction in mobility between countries.

7. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

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

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

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

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

Não

7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

<https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/qualidade/ManualQualidade.pdf>

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

[7.1.2._Relatório_MF2020-2021.pdf](#)

7.2 Garantia da Qualidade

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

O funcionamento do ciclo de estudos tem um acompanhamento regular pela comissão de coordenação , em comunicação directa com os representantes dos estudantes de cada um dos dois anos e com os docentes responsáveis pelas UCs, que permite resolver questões de funcionamento durante o decurso do ano letivo.

No que toca aos mecanismos de recolha de informação, Ciências tem já enraizada uma tradição de avaliação do funcionamento das unidades curriculares, materializada na resposta dos alunos aos inquéritos pedagógicos, após o termo do período letivo de cada unidade curricular.

O inquérito está integrado no sistema de gestão académica, o que simplifica consideravelmente o esforço de identificação e associação das respostas. Desta forma, o inquérito de cada unidade curricular aborda, em separado, os conteúdos letivos da própria, o funcionamento de cada uma das tipologias das aulas e de cada um dos docentes das mesmas.

Uma vez que a resposta aos inquéritos é condição para o acesso à página de inscrição nos exames, a taxa de resposta é de cerca de 80%. Fica, contudo, salvaguardada, desde que devidamente fundamentada, a possibilidade de os alunos não responderem ao inquérito ou a cada pergunta, através da opção de "não resposta".

No final de cada ano letivo, os alunos são também convidados a responder a um inquérito sobre o funcionamento global do ciclo de estudos, que lhes é apresentado nas mesmas condições dos inquéritos às unidades curriculares.

O processo formal de recolha de informação termina com os inquéritos de empregabilidade aos diplomados, realizados 2 e 10 anos após a conclusão do curso.

No entanto, a monitorização e autoavaliação é ainda encorajada: 1) por um sistema de sugestões e reclamações que promove a melhoria contínua dos serviços prestados; 2) pela identificação de situações específicas recolhidas pelo Gabinete de Apoio Psicopedagógico nos seus contactos com os alunos e 3) pela monitorização das redes sociais, em particular do LinkedIn de Ciências.

No que diz respeito aos resultados, a Área de Estudos, Planeamento e Qualidade é responsável pela recolha, tratamento estatístico e divulgação dos resultados no Portal de Ciências. Inclui-se neste conjunto, para além dos resultados dos inquéritos realizados aos alunos, a informação sobre o sucesso escolar de cada unidade curricular, recolhida a partir do sistema académico. Os resultados dos inquéritos aos alunos são divulgados por toda a comunidade de Ciências, incluindo por isso alunos e docentes.

No que respeita ao acompanhamento e avaliação periódica dos ciclos de estudos, os resultados dos inquéritos pedagógicos aos alunos, do inquérito ao curso, do inquérito à empregabilidade dos diplomados do sucesso escolar são divulgados junto das estruturas relevantes, nomeadamente, direção da escola, presidentes de departamentos e coordenadores. As situações anómalas são objeto de análise e recolha de informação suplementar pela coordenação do curso que, juntamente com o presidente de departamento e os docentes interessados, delineiam estratégias de melhoria.

Todo o processo de acompanhamento e avaliação da qualidade é monitorizado pelo Conselho de Garantia da Qualidade da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, criado no âmbito do Regulamento do Sistema Integrado de Garantia da Qualidade da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Despacho n.º 10532/2017, de 4 de dezembro).

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

The study cycle is monitored regularly by the coordination committee, in direct communication with the representatives of students from each of the two years and with the professors of the CUs, which allows for the resolution of functioning issues during the course of the academic year.

As far as information mechanisms are concerned, FCUL has already established a tradition of evaluating the functioning of curricular units, materialized in surveys of students after the end of the academic period. The survey is integrated in the academic system, which simplifies the effort to identify responses. In this way, the survey of each curricular unit addresses, separately, the content of the school itself, the operation of each of the typologies of the classes and each of the teachers.

Since the response to surveys is a condition for access to the examination enrollment page, the response rate is around 80%. However, it is safeguarded, that students may not respond to the survey or to each question, through the option of "no answer".

At the end of each school year, students are also invited to respond to a survey about the study cycle, which is presented to them under the same conditions as the curricular unit surveys.

The formal process of collecting information ends with the employability surveys for graduates, carried out 2 and 10 years after finishing the course.

However, monitoring and self-assessment is further encouraged by:

- 1) a system of suggestions and complaints that promotes the continuous improvement of the services provided;*
- 2) identification of special situations from Gabinete de Apoio Psicopedagógico in its contacts with students and*
- 3) by monitoring social networks, in particular the LinkedIn of FCUL.*

With regard to the results, Área de Estudos, Planeamento e Qualidade is responsible for the collection, statistical treatment and publication of results at Portal of Sciences. In addition to the results of the student surveys, this information includes information about the academic success of each course unit, collected from the academic system. The results of student surveys are publicized throughout the FCUL community, including students and teachers.

With regard to the monitoring and periodic evaluation of study cycles, the results of the student surveys, the course survey, the graduate employability survey and the school success are disseminated to relevant structures such as the school board, department chairpersons and coordinators. Anomalous situations are the object of analysis and collection of supplementary information through the coordination of the course, which together with the department

chairman and the teachers involved, outline improvement strategies.

The entire quality monitoring and evaluation process is monitored by the Conselho de Garantia da Qualidade da FCUL, created under the Regulamento do Sistema Integrado de Garantia da Qualidade da FCUL (Despacho n. 10532/2017, of December 4).

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

O Conselho de Garantia da Qualidade de Ciências é presidido pelo subdiretor para a Informação, Qualidade e Tecnologia, por delegação do diretor. No conselho estão representados docentes, funcionários e alunos de diferentes órgãos de governo e consultivos. O conselho é apoiado pela Área de Estudos, Planeamento e Qualidade.

Estão diretamente envolvidos na implementação dos mecanismos da garantia da qualidade de cada ciclo de estudos, o seu Coordenador, a sua Comissão Pedagógica e a sua Comissão Científica, bem como o Presidente do Departamento de Física.

.Ao nível da Universidade, o Conselho de Garantia da Qualidade da ULisboa coordena a implementação dos mecanismos de garantia da qualidade nas diferentes escolas, incluindo Ciências.

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

The Conselho de Garantia da Qualidade de Ciências is chaired by the deputy director for Information, Quality and Technology, by delegation of the director. In the council there are representatives of professors, employees and students of different governance and advisory bodies. The board is supported by the Área de Estudos, Planeamento e Qualidade, which includes the Gabinete de Avaliação e Auditoria Interna.

Directly involved in the implementation of the quality assurance mechanisms of each cycle of studies, are its Coordinator, its Pedagogical Committee and its Scientific Committee, and of course the President of the Physics Department.

At the University level, the Conselho de Garantia da Qualidade da ULisboa coordinates the implementation of quality assurance mechanisms in different schools, including Ciências.

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

A avaliação do desempenho dos docentes é um elemento central do processo de avaliação permanente da qualidade na FCUL. O objetivo da avaliação de docentes é o de reconhecer e valorizar o mérito, e fornecer a cada docente um conjunto de indicadores que lhe permita aperfeiçoar o seu desempenho, bem como definir e promover melhorias no funcionamento da instituição.

Os procedimentos e critérios de avaliação dos docentes da FCUL estão definidos em regulamento próprio que dita uma avaliação trienal de todas as atividades realizadas e da sua qualidade, incluindo por isso o resultado dos inquéritos pedagógicos.

Ciências difunde e encoraja a participação em atividades de formação pedagógica, disponíveis em <https://ciencias.ulisboa.pt/pt/formacao-docentes>. Nos últimos dois anos (2019 e 2020), as ações de formação realizadas totalizaram cerca de 100 horas de formação.

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

The assessment of teachers' performance is a central element of the ongoing assessment process quality at FCUL. The objective of teachers assessment is to recognize and value the merits, and give each teacher a set of indicators that will enable him to improve his performance, and identify and promote improvements in the functioning of the institution, in particular with regard to training of students.

The procedures and criteria for the evaluation of FCUL teachers are defined in a specific regulation that dictates a three-year assessment of all activities carried out and their quality, including, therefore, the result of pedagogical surveys.

FCUL encourages participation in pedagogical training activities, available at <https://ciencias.ulisboa.pt/pt/formacao-docentes>. In the last two years (2019 and 2020), the training actions carried out totaled around 100 hours of training.

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

https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/legislacao/d_1033_2019.pdf

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

Na Faculdade de Ciências da ULisboa (FCUL) é aplicado o Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública (SIADAP), nomeadamente o SIADAP 3, regulamentado pela Lei n.º 66-B/2007, de 28/12, na sua redação atual.

O Núcleo de Formação e Avaliação do Departamento de Recursos Humanos dos Serviços Centrais da ULisboa (NFA)

tem a seu cargo a promoção da formação profissional para a Universidade de Lisboa (ULisboa), permitindo aos colaboradores a atualização e aquisição de competências necessárias ao desempenho das suas funções. O NFA coopera com as estruturas internas e externas à ULisboa, em parcerias com diversas entidades formadoras, procurando, também, constituir a sua própria equipa formativa, constituída por recursos humanos da ULisboa. Os trabalhadores da FCUL frequentam também ações de formação em entidades externas, solicitadas por iniciativa do próprio ou do respetivo dirigente, como por exemplo, no INA.

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

n Ciências, the “Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública (SIADAP)” is applied to workers not teachers and not researchers, namely SIADAP 3, regulated by Law n. 66-B / 2007, December 28th, in its current version.

The Núcleo de Formação e Avaliação do Departamento de Recursos Humanos dos Serviços Centrais da ULisboa (NFA) is responsible for the promotion of vocational training to the University of Lisbon (ULisboa), allowing employees to update and acquisition of skills essential to the performance of their duties.

The NAF cooperate with the internal and external structures of the Universidade de Lisboa establishing partnerships with several training providers and also looking to establish its own training team made up of ULisboa human resources.

FCUL employees also attend training sessions in entities outside, for example, the INA.

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

Os mecanismos de disponibilização de informação pública sobre a FCUL são diversos.

Nos suportes digitais destaca-se o Portal de Ciências (www.fc.ul.pt) que é o polo agregador da informação sobre a Instituição, Cursos, Corpo Docente, Investigação e Internacionalização. Cada curso tem uma página própria (ficha de curso) que contém todas as informações relevantes sobre objetivos, competências a adquirir, saídas profissionais, condições de ingresso, plano de estudos, fichas das unidades curriculares, resultados das acreditações e respetivas publicações legais. Adicionalmente existe uma página específica para estudantes com informações sobre ação social, mérito, calendários e prazos académicos, sintetizadas no Guia Académico digital.

São ainda disponibilizadas um conjunto de brochuras destinadas às ações de promoção da Instituição e dos seus cursos junto das escolas, feiras nacionais e internacionais, certames especializados e empresas.

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

The mechanisms for making public information available about the Faculty of Sciences are diverse.

In digital media stands out the Portal of Sciences(www.fc.ul.pt), which is the aggregating pole of information about the Institution, Courses, Professors, Investigation and Internationalization. Each study cycle has its own page, containing all the relevant information about objectives, skills to be acquired, career opportunities, access, study plan, course files, accreditation results and legal publications. Additionally there is a student-specific page with information on social action, merit, calendars and academic deadlines, summarized in the digital Academic Guide.

A set of brochures are also made available for the promotion of the institution and its study cycles at schools, national and international fairs, specialized events and companies.

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

N/A

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

N/A

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

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

- 1. Único Mestrado em Física existente na região de Lisboa, integrado numa instituição de referência no ensino superior.*
- 2. Corpo docente altamente qualificado nas áreas de formação, com longa experiência em ensino de pós-graduação, e associado a investigação de elevada qualidade, reconhecida em todas as áreas do Mestrado: Astrofísica, Cosmologia, Física da Matéria Condensada e Física Nuclear e de Partículas.*
- 4. Fortes conexões com organizações científicas internacionais e grandes experiências como ESA, ESO, SKA, CERN e DUNE*
- 5. Estrutura unificada sendo a área de especialização, determinada pelas disciplinas específicas e a dissertação, tendo o novo curriculum possibilidade efetivas para cada estudante personalizar o seu perfil.*
- 6. Existência na Faculdade de Ciências dos cursos de 1.º ciclo em Física e em Engenharia Física de onde provém a maioria dos candidatos, tendo o 1º ciclo em Engenharia Física resultado da cisão recente de um mestrado integrado*

- em ciclos independentes, o que poderá levar alunos com perfil menos aplicado a optar pelo Mestrado em Física.*
- 7. Partilha de UCs com outros mestrados do departamento de Física e da Universidade de Lisboa, permite uma oferta mais diversificada de unidades curriculares opcionais.*
 - 8. O curso da Faculdade de Ciências beneficia da sua inserção num ambiente científico multidisciplinar que permite aos alunos explorar diferentes áreas de aplicação da Física.*
 - 9. A língua oficial é o inglês, permitindo aos alunos estrangeiros a frequência de qualquer uma das UCs do Mestrado.*
 - 10. Boa biblioteca de referência e boas infraestruturas laboratoriais e computacionais.*

8.1.1. Strengths

- 1. The only existing Master's Degree in Physics in the Lisbon region, integrated in a reference institution in higher education.*
- 2. Highly qualified teaching staff in the training areas, with extensive experience in postgraduate teaching, and high quality research, recognized in all areas of the Masters: Astrophysics, Cosmology, Condensed Matter Physics and Nuclear and Nuclear Physics Particles.*
- 4. Strong connections with international scientific organizations and important experiments such as ESA, ESO, SKA, CERN and DUNE*
- 5. Unified structure being the area of specialization, determined by the specific subjects and the dissertation, with the new curriculum having effective possibilities for each student to personalize their profile.*
- 6. Existence in the Faculty of Sciences of 1st cycle courses in Physics and Physical Engineering from which the majority of candidates come, with the 1st cycle in Physical Engineering being the result of the recent split of an integrated Master degree in two independent cycles, which may lead students with a less applied profile to opt for a Masters in Physics.*
- 7. Sharing CUs with other Masters in the Department of Physics and the University of Lisbon, allows for a more diversified offer of optional curricular units.*
- 8. The Faculty of Science course benefits from its insertion in a multidisciplinary scientific environment that allows students to explore different areas of application of Physics.*
- 9. The official language is English, allowing foreign students to attend any of the Master's CUs.*
- 10. Good reference library and good laboratory and computational infrastructure.*

8.1.2. Pontos fracos

- 1. Número de alunos matriculados nos diferentes disciplinas não estabilizado.*
- 2. Falta de apoio técnico para trabalho de laboratório.*
- 3. Fraca internacionalização actual.*

8.1.2. Weaknesses

- 1. Number of students enrolled in the different courses is not stable.*
- 2. Lack of technical support for laboratory work.*
- 3. Weak internationalization.*

8.1.3. Oportunidades

- 1. A capacidade de construção do currículo do aluno mais personalizado nas diferentes áreas de especialização pode atrair alunos não só da Faculdade de Ciências mas também de outras Faculdades.*
- 2. Aumento da internacionalização decorrente da divulgação de ser o inglês a língua base*
- 3. A consciência da importância das competências obtidas na formação em Física para diferentes áreas aumentará a atratividade deste ciclo de estudos, tanto nacional como internacionalmente*
- 4. A crescente importância da Ciência e Tecnologia na Sociedade, bem como a consciencialização do público para tal reforçará a atratividade deste ciclo de estudos.*

8.1.3. Opportunities

- 1. The ability to build a more personalized student curriculum in different areas of specialization can attract students not only from the Faculty of Science but also from other Faculties.*
- 2. Increased internationalization resulting from the dissemination of English as the base language*
- 3. Awareness of the importance of skills obtained in Physics training for different areas will increase the attractiveness of this cycle of studies, both nationally and internationally*
- 4. The growing importance of Science and Technology in Society, as well as public awareness of this, will reinforce the attractiveness of this cycle of studies.*

8.1.4. Constrangimentos

- 1. Renovação lenta do corpo docente.*
- 2. Financiamento insuficiente das estruturas laboratoriais, com dificuldades acrescidas na aquisição de novos equipamentos bem como pessoal técnico insuficiente.*
- 3. Aumento da razão entre o número de investigadores/docentes sem vínculo estável com a Faculdade e o número daqueles que têm vínculo estável (embora isso revele o aumento da capacidade de atracção das unidades de I&D da FCUL na área da Física).*
- 4. Redução do financiamento do ensino superior e da investigação científica.*

8.1.4. Threats

- 1. Slow renewal of teaching staff.*
- 2. Insufficient financing of laboratory structures, with added difficulties in acquiring new equipment as well as*

insufficient technical staff.

3. Increase in the ratio between the number of researchers/professors without a permanent link with the Faculty and the number of those with a permanent link (although this reveals an increase in the attractiveness of FCUL's R&D units in the field of Physics).

4. Reduction in funding for higher education and scientific research.

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

Relativamente ao ponto fraco 1

Com o objetivo de ter um número mais estável de alunos em cada disciplina, bem como um número maior de candidatos, propõe-se com esta reestruturação um curriculum unificado que não separe à partida os alunos por área de especialização, deixando-lhes alguma liberdade no desenho do seu percurso sem prejuízo de uma formação aprofundada em Física. No entanto, a designação Astrofísica tem sido importante para a atratividade de candidatos que pretendam ter formação avançada nesta área da Física. Por essa razão a eliminação das áreas de especialização (onde esta designação aparecia anteriormente) é acompanhada, na atual proposta, pela alteração da designação do Mestrado para “Mestrado em Física e Astrofísica” de forma a garantir a visibilidade da área. A fusão das diferentes áreas de especialização obrigou ainda à criação de algumas unidades curriculares novas que pudessem englobar interesses das diferentes áreas.

8.2.1. Improvement measure

Regarding weakness 1

In order to have a more stable number of students in each CU, as well as a greater number of candidates, this proposal is for a unified curriculum that does not separate students by specialization area, leaving them some freedom in the designing their path without prejudice to in-depth training in Physics. However, the Astrophysics designation has been important for the attractiveness of candidates who wish to have advanced training in this area of Physics. For this reason, the elimination of the specialization areas (where this designation previously appeared) is accompanied, in the current proposal, by the change of the designation of the Master's to “Master's in Physics and Astrophysics” in order to guarantee the visibility of the area. The merger of different areas of specialization also forced the creation of some new curricular units that could encompass interests from different areas.

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

Prioridade: alta

Implementada imediatamente após a entrada em vigor da reestruturação aprovada

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

Priority: high

Implemented immediately after the approval of the proposed modifications.

8.1.3. Indicadores de implementação

Número de alunos inscritos em cada UC.

8.1.3. Implementation indicator(s)

Number of students enrolled in each CU.

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

Relativamente ao ponto fraco 1

Com o objetivo de ter um número maior de candidatos a este ciclo de estudos, propõe-se uma maior divulgação do mestrado em Física, internamente. Para isso serão feitas anualmente apresentações públicas dos Projetos propostos para as teses de Mestrado que serão especialmente dirigidos aos alunos finalistas das licenciaturas na área da Física, bem como aos alunos do 1º ano do mestrado. Propõe-se também a realização de seminários específicos para os alunos do 1º e 2º ano da licenciatura em Física que permita um maior contacto com investigação em Física, desde o início da sua formação superior.

8.2.1. Improvement measure

Regarding weakness 1

In order to have a greater number of candidates for this cycle of studies, it is proposed to have a stronger internal dissemination of the Master's in Physics in FCUL. For this, public presentations will be made annually of the Projects proposed for the Master's theses, which will be especially aimed at final year undergraduate students in the field of

Physics, as well as at the 1st year Master's students. It is also proposed to carry out specific seminars for students in the 1st and 2nd year of the degree in Physics, allowing for greater contact with research in Physics, from the beginning of their higher education.

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

Prioridade: alta

Implementação: imediata

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

Priority: high

Implementation: immediate

8.1.3. Indicadores de implementação

Número de candidatos ao ciclo de estudos/ano

8.1.3. Implementation indicator(s)

Annual number of candidates to the study cycle.

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

Relativamente ao ponto fraco 2

Com o objetivo de aumentar o apoio laboratorial e dinamizar as disciplinas laboratoriais a nível de 2º ciclo propõe-se a existência de pelo menos um técnico de laboratório por área de investigação a este nível.

8.2.1. Improvement measure

Regarding weakness 2

In order to increase laboratory support and improve laboratory work at the 2nd cycle level, it is proposed to have at least one laboratory technician per research area at this level.

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

Prioridade: alta

Implementação: No prazo de 1 a 2 anos (Dependente da FCUL e da gestão do DF)

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

Priority: high

Implementation: Within 1 to 2 years (Dependent on FCUL and DF management)

8.1.3. Indicadores de implementação

Número de técnicos de laboratório associados às áreas de investigação do ciclo de estudos

8.1.3. Implementation indicator(s)

Number of laboratory technicians associated with the research areas of the study cycle

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

Relativamente ao ponto fraco 3

Com o objetivo de aumentar a internacionalização, foi definida como língua oficial do ciclo de estudos o inglês, e propõe-se aumentar a divulgação do ciclo de estudos em plataformas internacionais.

8.2.1. Improving weakness 3

Regarding weakness 3

With the aim of increasing internationalization, English was defined as the official language of the study cycle, and it is proposed to increase the dissemination of the study cycle on international platforms.

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

Prioridade: média

Implementação: A língua base é já o inglês. Prevê-se que a divulgação nas plataformas internacionais tenha lugar no prazo de um ano.

8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.*Priority: medium**Implementation: The base language is already English. Dissemination on international platforms is expected to take place within a year.***8.1.3. Indicadores de implementação***Número de alunos não portugueses a frequentar UCs do Mestrado em Física***8.1.3. Implementation indicator(s)***Number of non-Portuguese students attending CUs of Master's Physics Degree***9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)****9.1. Alterações à estrutura curricular****9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação***Pretende-se :*

- alteração da denominação do ciclo de estudos de "Mestrado em Física" para "Mestrado em Física e Astrofísica" sem alterar duração e objectivos;
- a extinção das três áreas de especialização que são fundidas numa formação única;
- alteração da designação das unidades curriculares ; Laboratório Avançado de Matéria Condensada, Laboratório Avançado de Nuclear e Partículas, Universo Primitivo e Física do Estado Sólido para Laboratório Avançado de Física da Matéria Condensada, Laboratório Avançado de Física Nuclear e Partículas, Universo Primordial e Física da Matéria Condensada Complementar respectivamente.
- criação das unidades curriculares: Ciência de dados em Física e Astrofísica, Tópicos em Física e Astrofísica, Técnicas em Física Nuclear e de Partículas e Física Biológica.
- alteração do conteúdo da unidade curricular Física Estatística Complementar.
- diminuição das horas de contacto totais e em praticamente todas as UCs.

Fundamentação:

Nos anos em que vigorou, a definição de áreas de especialização, com unidades curriculares obrigatórias diferenciadas, não foi justificada pelo número de alunos inscritos nas diferentes áreas de especialização. No entanto, considera-se que existe uma fracção importante dos alunos que pretende ter uma especialização em Astrofísica, pelo que a existência desse percurso deve ser visível, o que levou à alteração da designação do ciclo de estudos em conjunto com a fusão das áreas de especialização.

A interdisciplinaridade actual em diferentes áreas da Física justifica a possibilidade uma formação de mestrado que combine opções de diferentes áreas de especialização.

As formações mais especializadas continuam a ser possíveis, pois existem unidades curriculares opcionais, em todas as principais áreas de I&D activas no departamento de Física, que poderão ser escolhidas pelos alunos que desejarem fazer um mestrado mais focado num desses domínios, para além da seleção do tema de dissertação.

As unidades curriculares novas permitem a fusão das três áreas de especialização mantendo um núcleo comum e a representação de áreas de investigação importantes da Física.

A redução do número de horas de contacto tem como objectivo permitir mais tempo para o trabalho autónomo dos alunos que se considera muito importante neste ciclo de estudos.

Observações sobre a proposta de reestruturação curricular:

- Os grupos opcionais poderão incluir anualmente outras unidades curriculares, a fixar pelo Departamento responsável;
- Os alunos podem optar por uma formação com maior enfoque num domínio científico (definido pela dissertação e pelas unidades curriculares opcionais escolhidas pelo aluno), permitindo um perfil de formação definido, ou, podem optar por uma formação que combine dois ou mais domínios científicos.
- O número de ECTS optativos necessários para obtenção do grau é de 48

9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.*Intended Modifications*

- Change of the designation of the study cycle from "Masters in Physics" to "Masters in Physics and Astrophysics" without changing duration and objectives;
- the extinction of the three areas of specialization that are merged;
- change in the designation of 4 curricular units; Advanced Condensed Matter Laboratory, Advanced Nuclear and Particles Laboratory, Primitive Universe and Solid State Physics for Advanced Condensed Matter Physics Laboratory, Advanced Nuclear and Particle Physics Laboratory, Primordial Universe and Complementary Condensed Matter Physics respectively.

- creation of the new curricular units: *Data Science in Physics and Astrophysics, Topics in Physics and Astrophysics, Techniques in Nuclear and Particle Physics and Biological Physics.*
- adjustments in the content of the *Complementary Statistical Physics* course.
- reduction in total contact hours and in all UCs.

Rationale:

In the last years, the definition of specialization areas, with different mandatory curricular units, led to a unstable number of students enrolled in the different specialization areas. However, it is considered that there is an important fraction of students who intend to have a specialization in Astrophysics, so the existence of this path must be visible. This led to the change of the name of the study cycle simultaneously with the fusion of the specialization areas. The current interdisciplinarity in different areas of Physics supports the existence of a Master's training that combines options from different areas of specialization. Like before specialized training is still possible, as there are optional curricular units, in all the main areas of R&D active in the Physics department, which can be chosen by students who wish to take a master's degree more focused on one of these domains, in addition to the selection of the dissertation topic. The new curricular units allow the fusion of the three specialization areas, maintaining a common core, and the representation of important research areas in Physics. The aim of reducing the number of contact hours is to allow more time for the students autonomous work which is considered very important in the master cycle.

Notes:

- The elective groups may include other curricular units annually, to be determined by the department responsible.
- Students can opt for training with a greater focus on a scientific domain (defined by the dissertation and optional curricular units chosen by the student), allowing for a defined training profile, or they can opt for training that combines two or more scientific domains.
- The number of optional ECTS required to obtain the degree is 48

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

9.2.**9.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

<sem resposta>

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

<no answer>

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciências Físicas / Physics	CFIS	72	6	ECTS optativos: 6 - 48
Engenharias e Tecnologias Físicas / Physical Engineering and Technologies	ETFIS	0	0	ECTS optativos: 0 - 42
Outra / Other	OUT	0	0	ECTS optativos: 0 - 30
(3 Items)		72	6	

9.3. Plano de estudos

9.3. Plano de estudos - - 1º ano**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

<sem resposta>

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

<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

1st year

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Ciência de Dados em Física e Astrofísica	CFIS	1º Semestre	168	T:28; TP:14	6	
Física Estatística Complementar	CFIS	1º Semestre	168	T:28; TP:14	6	
Opção Grupo 1	CFIS	1º Semestre	168	-	6	
Opção Grupo 2	CFIS/ETFIS/QA	1º Semestre	168	-	6	
Opção Grupo 2	CFIS/ETFIS	1º Semestre	168	-	6	
Opção Grupo 2	CFIS/ETFIS/QA	2º Semestre	168	-	6	
Opção Grupo 2	CFIS/ETFIS/QA	2º Semestre	168	-	6	
Opção Grupo 2	CFIS/ETFIS/QA	2º Semestre	168	-	6	
Opção Grupo 2	CFIS/ETFIS/QA	2º Semestre	168	-	6	
Opção Grupo 2	CFIS/ETFIS	2º Semestre	168	-	6	

(10 Items)

9.3. Plano de estudos - - 1º Semestre - Grupo Opcional 1

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

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

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Semestre - Grupo Opcional 1

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Semester - Optional Group 1

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica Quântica Complementar	CFIS	1º Semestre	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Processos Radiativos em Astrofísica	CFIS	1º Semestre	168	T:28; TP:14	6	Optativa

(2 Items)

9.3. Plano de estudos - - 1º ano - Grupo Opcional 2

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

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

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano - Grupo Opcional 2

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st year - Optional Group 2

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física Nuclear	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Nanofísica	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Técnicas de Observação e Redução de Dados em Astrofísica	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Transições de Fase	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Universo Primordial	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Tópicos em Física e Astrofísica	CFIS	Semestral	168	O:7; OT:14	6	Optativa
Física de Partículas	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Laboratório Avançado de Física da Matéria Condensada	CFIS	Semestral	168	T:14; PL:42	6	Optativa
Laboratório Avançado de Física Nuclear e Partículas	CFIS	Semestral	168	T:14; PL:42	6	Optativa
Técnicas em Física Nuclear e de Partículas	CFIS	Semestral	168	T:14; TP:28	6	Optativa
Teoria Quântica de Campo	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Astrofísica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Astrofísica Extra-galáctica	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Cosmologia Física	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Física Biológica	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Física da Matéria Condensada Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Física da Matéria Mole	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Radioastronomia	CFIS	Semestral	168	T:8; TP:8; TC:40	6	Optativa
Modelos Físicos em Economia e Finanças	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Sistemas Dinâmicos	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Sistemas Planetários	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:14	6	Optativa
Outra Disciplina do Mestrado em Engenharia Física ou de outro Mestrado da Ulisboa	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Optativa

(22 Items)

9.3. Plano de estudos - - 2º ano

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

<sem resposta>

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

<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

2nd year

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário I	CFIS	1º Semestre	168	S:18; OT:14	6	
Seminário II	CFIS	2º Semestre	168	S:18; OT:14	6	
Dissertação em Física e Astrofísica	CFIS	Anual	1344	OT:56	48	

(3 Items)

9.4. Fichas de Unidade Curricular

Anexo II - Física Estatística Complementar

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Física Estatística Complementar***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Complementary Statistical Physics***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CFIS***9.4.1.3. Duração:***Semestral***9.4.1.4. Horas de trabalho:***168***9.4.1.5. Horas de contacto:***28T+14TP***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***UC obrigatória que correspondeu a uma reformulação dos objectivos e conteúdos da UC que existia com o mesmo nome.***9.4.1.7. Observations:***Mandatory CU that corresponds to a reformulation of the objectives and contents of the UC that existed with the same name.***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Margarida Maria Telo da Gama (42 h)***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***-***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Discutir e aplicar os conceitos de Física Estatística com foco na aplicação a problemas Físicos, tanto em Astrofísica como outras áreas da Física.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Discuss and apply the concepts of Statistical Physics with a focus on their application to Physical problems, both in Astrophysics and other areas of Physics.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***1 Teoria Cinética e Mecânica Estatística**1.1 Espaço de Fases e Função de Distribuição (FD)**Ex: densidade numérica newtoniana e relativista, FD para partículas num plasma e FD para fotões**1.2 FD de Equilíbrio**1.3 FD Isotrópicas e Eq. de Estado**Ex: Gás de Hidrogénio não relativista, Gás de Hidrogénio Relativista Degenerado, Radiação**1.4 Mecânica Estatística na presença de Gravidade**2 Entropia e Informação (Inf)**2.1 Exemplos**2.2 Inf na Teoria da Comunicação, Exemplos de Conteúdo**2.3 Algumas Propriedades da Inf, Capacidade dos Canais de Comunicação; Apagando inf em memórias**3 Processos Aleatórios**3.1 Variáveis aleatórias e processos aleatórios**3.2 Distribuições de probabilidade e hipótese ergódica**3.3 Processos Markovianos e Gaussianos**3.4 Funções de Correlação e Densidades Espectrais**4 Teorema da Flutuação-Dissipação**4.1 Versão Elementar; Equação de Langevin**4.2 Ruído Johnson numa resistência, tempo de relaxação para o movimento browniano**4.3 Teorema de Flutuação-Dissipação Generalizado*

9.4.5. Syllabus:*1 Kinetic Theory and Statistical Mechanics**1.1 Phase Space and Distribution Function (DF)**Ex: Newtonian and Relativistic Number Density, DF for Particles in a Plasma and DF for Photons**1.2 Thermal-Equilibrium DF**1.3 Isotropic DF and Equations of State**Ex: Nonrelativistic Hydrogen Gas, Relativistic Degenerate Hydrogen Gas, Radiation**1.4 Statistical Mechanics in the Presence of Gravity**2 Entropy and Information (Inf)**2.1 Examples**2.2 Inf in Communication Theory, Examples of Inf Content**2.3 Some Properties of Inf, Capacity of Communication Channels; Erasing Inf from Computer Memories**3 Random Processes**3.1 Random Variables and Random Processes**3.2 Probability Distributions & Ergodic Hypothesis**3.3 Markov Processes and Gaussian Processes**3.4 Correlation Functions and Spectral Densities**4 Fluctuation-Dissipation Theorem**4.1 Elementary Version; Langevin Equation**4.2 Johnson Noise in a Resistor, Relaxation Time for Brownian Motion**4.3 Generalized Fluctuation-Dissipation Theorem***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

Os conteúdos programáticos correspondem aos conceitos que se pretendem desenvolver nas aplicações da Física Estatística e são desenvolvidos numa perspetiva avançada, que assume uma formação inicial em Física Estatística, Os exercícios das TPs corresponderão à aplicação prática dos conceitos a problemas das diferentes áreas da Física.

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

The syllabus corresponds to the concepts that are intended to be developed in the applications of Statistical Physics and are developed at advanced level, assuming a basic training in Statistical Physics, The TP exercises will correspond to the practical application of the concepts to problems in different areas of Physics.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O Ensino terá aulas teóricas expositivas para apresentação dos conceitos, onde existirá também a possibilidade de esclarecimento imediato de dúvidas por interação direta dos alunos com o professor.

As TPs orientarão o trabalho dos alunos na aplicação aos sistemas Físicos. Pretende-se que nestas aulas os alunos discutam e esclareçam dúvidas e estratégias a resolução dos problemas colocados que serão depois realizados em trabalho autónomo.

A avaliação terá uma componente contínua que consiste na resolução de problemas e uma componente de avaliação final na forma de exame escrito.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching will have theoretical lectures for the presentation of concepts, where there will also be the possibility of immediate clarification of doubts through direct interaction between students and the teacher.

TPs will guide students' work in the examples of applications to Physical systems. It is intended that in these classes students discuss and clarify doubts and strategies for solving the problems proposed that will then be carried out in autonomous work.

The evaluation will include a continuous component consisting of problem solving and a final written exam.

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

Essa coerência é evidente dado que as aulas teóricas se destinam à apresentação dos conceitos teóricos com exemplos de aplicação, enquanto as teórico-práticas acompanham o treino prático dos alunos na aplicação dos conceitos a diferentes sistemas seja individualmente ou em grupo, neste último caso desenvolvendo os alunos competências para trabalharem em equipa.

A avaliação por meio da resolução de problemas de aplicação permite avaliar o nível de conhecimentos obtido por cada aluno e a capacidade de os aplicar a sistemas físicos, podendo consultar para tal as várias fontes acessíveis. O exame escrito permitirá aferir a aquisição dos conceitos base por cada aluno.

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

This coherence is evident given that the theoretical classes are intended to present theoretical concepts with application examples, while the theoretical-practical classes accompany the practical training of students in the application of the learned concepts to different physical systems, working either individually or in groups, in the latter case developing the students skills to work in a team.

The continuous evaluation through the resolution of application problems allows assessing the level of knowledge obtained by each student and the ability to use them in problem solving, being able to consult for this the various accessible sources. The written exam will allow to assess the acquisition of the basic concepts by each student.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *K Thorne and R Blanford, “Modern Classical Physics”, Princeton University Press, 2018 (Chapters 3, 4 and 6)*
- *K. Huang, “Statistical Mechanics” 2nd Ed, Wiley, 1987*

Anexo II - Física Biológica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física Biológica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Biological Physics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CFIS

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

28T+14TP

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

UC opcional que corresponde a uma área actual importante da Física na qual existe investigação no Departamento de Física-FCUL.

9.4.1.7. Observations:

Optional CU that corresponds to an important current area of Physics in which there is research at the Department of Physics-FCUL.

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

Patrícia Ferreira Neves Faisca (21 h)

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

Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes/ Mário Manuel Silveira Rodrigues (21 h)

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

- 1. Perceber as diferentes escalas da Biologia e dos sistemas biológicos de uma perspetiva Física.*
- 2. Perceber que as propriedades e processos biológicos podem ser medidos e modelados com as ferramentas da Física.*
- 3. Aprender metodologias computacionais de ponta para modelar e prever o comportamento de sistemas biológicos.*
- 4. Aprender técnicas experimentais de última geração para estudos quantitativos com resolução ao nível celular e molecular.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Learning outcomes

- 1. To understand the different scales of biology and biological systems from a physics-based perspective.*
- 2. To understand that biological properties and processes can be measured and modelled with the tools of physics.*
- 3. To learn state-of-the-art computational methodologies to model and predict the behaviour of biological systems.*
- 4. To learn state-of-the-art experimental techniques for quantitative studies at single cell and single molecular resolution.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1.Regulação da expressão genética

A expressão genética controla a qualidade e quantidade de proteína disponível para uma dada célula durante o desenvolvimento do organismo.

2.Auto-montagem de proteínas

Para funcionar corretamente, cada proteína deve adquirir uma forma 3d específica por meio do processo de enrolamento e dobragem (folding) de proteínas. A análise teórica deste problema está enquadrada na termodinâmica e

na mecânica estatística, e utiliza várias metodologias computacionais com diferentes níveis de resolução.

3. Amiloides e outras nanoestruturas celulares

No meio celular extremamente congestionado as proteínas são propensas a interações intermoleculares promíscuas, muitas vezes culminando em fibrilas amiloides.

4. A célula como unidade básica da vida

Olharemos para a célula de duas perspetivas complementares: 1) Como objeto físico com propriedades específicas que podem ser avaliadas e medidas experimentalmente, 2) como um sistema regulado com circuitos celulares evoluídos.

9.4.5. Syllabus:

1. Regulation of gene expression

Gene expression controls the quality and quantity of protein available to a given cell during organismal development.

2. Protein self-assembly

To work properly each protein must self-assemble into a specific three-dimensional shape through the process of protein folding. The theoretical analysis of this problem is framed in thermodynamics and statistical mechanics, and uses several computational methodologies, ranging from classical Molecular Dynamics to Monte Carlo methods.

3. Amyloids and other cellular nanostructures

In the remarkably crowded cellular milieu, proteins are prone to promiscuous intermolecular interactions often culminating with amyloid fibrils.

4. The cell as life's basic unit

We look at the cell from two complementary perspectives: 1) As a physical object with specific properties that can be assessed and measured by single cell experiments, 2) as a regulatory system with evolved cellular circuits.

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

O curso é focado nos princípios físicos da vida a nível molecular e celular. O objetivo principal é demonstrar como a Física e os conceitos e metodologias baseados na Física podem ser usados para abordar a complexidade dos sistemas biológicos em diferentes escalas.

Os quatro tópicos principais nos conteúdos apresentados representam áreas de investigação desenvolvidas no DF-FCUL abrangendo diferentes escalas da Biologia, e todos contribuem para as valências a aprendizagens a desenvolver pelos estudantes.

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

The course is focused on the physical principles of life at the molecular and cellular level. The major goal is to demonstrate how Physics and physics-based concepts and methodologies can be used to address the complexity of biological systems at different scales.

The four major topics in the syllabus, correspond to areas of research developed at DF-FCUL covering different scales of biology, and all contribute to the learning skills to be developed by the students.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os tópicos referidos são apresentados em aulas teóricas.

Metodologia:

1-Regulação da expressão genética

O processo é modelado em termos de equações estocásticas ou numa perspetiva de sistemas dinâmicos.

2-Auto-montagem de proteínas

As metodologias computacionais, são apresentadas no contexto de modelos específicos.

3-Amilóides e outras nanoestruturas celulares

O processo de formação é abordado do ponto de vista computacional, e a morfologia dos agregados e as suas propriedades físicas são estudadas experimentalmente com AFM e pinças óticas.

4-A célula unidade básica da vida

É dada uma visão geral dos modelos atuais de homeostase celular e discutidos os respetivos modelos de regulação.

Nas TP's os alunos tiram dúvidas, definem estratégias e discutem métodos de resolução para os problemas propostos a resolver individualmente ou em grupo em trabalho autónomo.

A avaliação pode ser contínua (resolução de problemas de avaliação e trabalho final escrito) ou, em alternativa, um EXAME FINAL.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The referred topics are presented in theoretical lectures.

Methodology:

1-Regulation of gene expression

The process is modeled either in terms of stochastic equations, or via a dynamical systems perspective.

2-Protein self-assembly

Computational methodologies with different levels of resolution are presented in the context of specific models.

3-Amyloids and other cellular nanostructures

The process of formation is first addressed from a computational point of view, and the morphology of the aggregates and its physical properties are studied in the context of single molecule experiments.

4-The cell as life's basic unit

The current models of cellular homeostasis are overviewed, and the respective models are discussed.

In the TPs, students clarify doubts, define strategies, and discuss methods for solving the proposed problems to be solved individually or in groups in autonomous work.

The evaluation is continuous (solving problems and final written work) or, alternatively, a FINAL EXAM.

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

Essa coerência é evidente dado que as aulas teóricas se destinam à apresentação e discussão dos modelos teóricos e métodos base que suportam as valências a obter, enquanto as teórico-práticas permitem a orientação dos alunos na aplicação dos modelos e métodos.

A avaliação continua permite acompanhar e ajudar o aluno a acompanhar as aulas e matérias e a desenvolver as competências, ao longo do semestre, enquanto o trabalho individual final permite avaliar o nível de conhecimentos obtido por cada aluno.

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

This coherence is evident given that the theoretical classes are intended for the presentation and discussion of theoretical models and base methods that support the skills to be obtained, while the theoretical-practical classes allow students to be guided in the application of the models and methods.

Continuous evaluation allows to monitor and help the student in following the classes and subjects and developing the skills throughout the semester, while the final individual work allows to assess the level of knowledge obtained by each student.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Thermodynamics and statistical mechanics of macromolecular systems, Michael Bachman, Cambridge University Press (2014)*
- *Springer Handbook on Nanotechnology, Bhushan, Bharat (Ed.), Springer, 3rd Edition (2010)*
- *Models of life: Dynamics and Regulation in Biological Systems, Kim Sneppen, Cambridge University Press (2017)*
- *Physical biology of the cell, Rob Philipps et al, CRC Press, 2nd Edition (2012)*

Anexo II - Ciência de Dados em Física e Astrofísica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ciência de Dados em Física e Astrofísica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics and Astrophysics Data Science

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CFIS

9.4.1.3. Duração:

semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

28 T + 14 TP

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

UC obrigatória

9.4.1.7. Observations:

Mandatory CU

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

André Maria Da Silva Dias Moitinho De Almeida (42 h)

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

-

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

A investigação em Física e Astrofísica envolve atualmente dados experimentais e/ou resultados de simulações, de grande dimensão e complexidade, que não permitem uma exploração plena com as técnicas tradicionais.

O objetivo deste curso é dar uma visão alargada, com forte componente prática, de métodos estatísticos e computacionais avançados adequados para prospeção de dados (data mining) e aprendizagem automática (machine learning) em Física e Astrofísica. Como resultado, os alunos devem aprender a resolver problemas Físicos com ferramentas estatísticas e computacionais.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Research in Physics and Astrophysics currently involves large volume of complex experimental data and/or simulation results, which does not allow a full exploration with traditional techniques.

The objective of this course is to provide a broad view, with a strong practical component, of advanced statistical and computational methods suitable for data mining and machine learning in Physics and Astrophysics.

As a result, students must learn to solve Physical problems with statistical and computational tools.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Tópicos principais:

- *Estrutura em conjuntos de dados*
- *Redução de dimensionalidade e seleção de atributos*
- *Classificação supervisionada e não supervisionada*
- *Inferência e model fitting*
- *Autovalidação e resampling*
- *Visualização de dados*
- *Indexação*
- *Séries temporais*

A componente prática (TPs), consiste em exercícios em Python (ou outra linguagem/ambiente), utilizando bibliotecas adequadas como Scikit-learn, Keras, pyTorch ou TensorFlow, e outras. Os exercícios abordam diferentes áreas da Física e Astrofísica investigadas no Departamento de Física.

9.4.5. Syllabus:

Main Topics:

- *Structure in datasets*
- *Dimensionality reduction and attribute selection*
- *Supervised and unsupervised classification • Inference and model fitting*
- *Self-validation and resampling*
- *Data visualization*
- *Indexing*
- *Time series*

The practical component (TPs) consists of exercises in Python (or other language/ environment), using appropriate libraries such as Scikit-learn, Keras, pyTorch or TensorFlow, and others. The exercises cover different areas of Physics and Astrophysics investigated in the Department of Physics.

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

Os conteúdos programáticos correspondem à teoria base e correspondentes métodos e ferramentas estatísticas e computacionais que serão aplicados na análise dos dados Físicos.

Os exercícios das TPs corresponderão à ilustração prática dessa análise, aplicada a dados de diferentes áreas da Física.

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

The syllabus corresponds to the basic theory and corresponding statistical and computational methods and tools that will be applied in the analysis of Physical data. The TP exercises will contribute with a practical illustration of this analysis to data from different areas of Physics.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

The syllabus corresponds to the basic theory and corresponding statistical and computational methods and tools that will be applied in the analysis of Physical data. The TP exercises will contribute with a practical illustration of this analysis to data from different areas of Physics.

O Ensino terá aulas teóricas expositivas para apresentação dos métodos e ferramentas, onde existirá também a possibilidade de interação direta entre professor e alunos para esclarecimento imediato de dúvidas.

As TPs orientarão o trabalho dos alunos na aplicação das técnicas aos exemplos Físicos para análise de dados. Pretende-se que nestas aulas os alunos discutam e definam as estratégias e métodos para a resolução dos problemas colocados que serão depois realizados individualmente ou em grupo em trabalho autónomo. Serão também um espaço para esclarecimento de dúvidas.

A avaliação consiste na entrega de um trabalho final, numa área da Física ou Astrofísica escolhida pelo aluno.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching will have theoretical lectures for the presentation of methods and tools, where there will also be the possibility of direct interaction between professor and students for immediate clarification of doubts. The TPs will guide the students' work in applying the techniques to Physical examples for data analysis. It is intended that in these classes students discuss and define strategies and methods for solving the problems raised that will then be carried out individually or in groups in autonomous work. They will also be a space for clarifying doubts. The evaluation consists of the delivery of a written final work, consisting in an application of data analysis in an area of Physics or Astrophysics chosen by the student.

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

Essa coerência é evidente dado que as aulas teóricas se destinam à apresentação da teoria base ilustrada com exemplos, enquanto as teórico-práticas acompanham o treino prático dos alunos na aplicação dos métodos seja individualmente ou em grupo, neste último caso desenvolvendo os alunos competências para trabalharem em equipa. A avaliação por meio de um trabalho individual de aplicação permite avaliar o nível de conhecimentos obtido por cada aluno.

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

This coherence is evident since the theoretical classes are intended for the presentation of the basic theory illustrated with examples, while the theoretical-practical ones accompany the practical training of students in the application of the methods either individually or in groups, in the latter case developing students' skills to work as a team. The assessment through an individual application work allows to assess the level of knowledge obtained by each student.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *An Introduction to Statistical Learning" de Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, Robert Tibshirani;*
- *"A high-bias, low-variance introduction to Machine Learning for physicists", Pankaj Mehta et al. Physics Reports 810 (2019) 1–124*
- *"Statistics and Data Science" de Kyle Cramner; <http://theoryandpractice.org/stats-ds-book/intro.html>*

Anexo II - Técnicas em Física Nuclear e de Partículas

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Técnicas em Física Nuclear e de Partículas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Nuclear and Particle Physics Techniques

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CFIS

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

14 T +28 TP

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

UC opcional que substitui a anteriormente designada "Técnicas em Física de partículas".

9.4.1.7. Observations:

Optional CU that replaces the formerly designated "Techniques in Particle Physics"

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

Luís Filipe Dos Santos Garcia Peralta (21 h)

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

Daniel Galaviz Redondo (21 h)

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

1. Os processos de interação da radiação ionizante com a matéria;
2. Os processos físicos envolvidos no funcionamento de vários tipos de detetores de partículas;
3. Experiências atuais de física de partículas no CERN e outros laboratórios;
4. Técnicas modernas utilizadas na simulação e na análise dos dados experimentais.
5. Bases necessárias ao planeamento de uma experiência;

No final os alunos devem ter a competência para:

- Planear uma experiência, calculando os parâmetros necessários
- Realizar uma análise e/ou uma simulação simplificada de uma experiência de Física Nuclear ou Física de Partículas utilizando software atual.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*Knowledge to be acquired*

1. The interaction processes of ionizing radiation with matter.
2. The physical processes involved in the operation of various types of particle detectors.
3. Current particle physics experiments at CERN and other laboratories.
4. Modern techniques used in the simulation and analysis of experimental data.

At the end students must have the skills to:

- Plan an experiment performing the required parameter calculations
- Perform an analysis and/or a simplified simulation of a Nuclear Physics or Particle Physics experiment using current software

9.4.5. Conteúdos programáticos:*Tópicos principais:*

1. Interação da radiação com a matéria: secção eficaz, radiação Cherenkov, alfas, prótons, elétrons, gamas, neutrões, neutrinos.
2. Física de detetores de radiação: câmaras de ionização, detetores gasosos, detetores de cintilação, detetores semicondutores, calorímetros, câmaras de projeção temporal, electrónica
3. Experiências de Física Nuclear e de Partículas: exemplos de detetores para partículas de baixa e alta energia.
4. Seleção de eventos: PID, tracking, TOF, dE/dx, trigger
5. Técnicas de reconstrução
6. Análise estatística de dados

*A componente prática (TPs), será essencialmente computacional, para aplicação das técnicas e conhecimentos obtidos.***9.4.5. Syllabus:***Main topics*

1. Interaction of radiation with matter: effective section, Cherenkov radiation, alphas, protons, electrons, gammas, neutrons, neutrinos.
2. Radiation detectors Physics: ionization chambers, gas detectors, scintillation detectors, semiconductor detectors, calorimeters, time projection chambers, electronics
3. Experiments in Nuclear and Particle Physics: examples of detectors for low and high energy particles.
4. Event selection: PID, tracking, TOF, dE/dx, trigger
5. Reconstruction Techniques
6. Statistical data analysis

*The practical component (TPs) will be essentially computational, for the application of the learned techniques.***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular***Os conteúdos programáticos correspondem aos conceitos base e aos métodos mais comuns de análise utilizados em experiências de Física Nuclear e Física de Partículas.**Os problemas discutidos nas TPs são exemplos práticos dessa análise.***9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***The syllabus corresponds to the basic concepts and the most common methods of analysis used in Nuclear Physics and Particle Physics experiments.**The problems discussed in the TPs are practical examples of this analysis.***9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***O Ensino terá aulas teóricas expositivas para apresentação dos conceitos base e técnicas, onde existirá a interação direta entre professor e alunos permitindo um primeiro esclarecimento de dúvidas.**As TPs terão um maior número de horas de contacto e serão de âmbito computacional para treinar os alunos na aplicação das técnicas à análise de dados de Física Nuclear e de Partículas. Pretende-se que nestas aulas os alunos utilizem e compreendam os métodos ensinados.**A avaliação consiste em três componentes: o desenvolvimento de um pequeno projeto, com apresentação de um relatório escrito focando partes específicas da matéria lecionada; revisão e apresentação de um artigo científico na área da física experimental nuclear ou de partículas e um teste escrito*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching will include theoretical lectures to present the basic concepts and techniques, where there will be direct interaction between teacher and students, which will allow for a first clarification of doubts.

The TPs will have a greater number of contact hours and will be for computational training in the application of the techniques to the analysis of Nuclear and Particle Physics data. It is intended that in these classes students use and understand the methods taught.

The evaluation will include 3 components: a small project, including the respective written report, focusing on specific parts of the syllabus; the revision and presentation of a scientific article in experimental Nuclear or Particle Physics or detector development and a written test.

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

As aulas teóricas destinam-se à apresentação da teoria base, enquanto as teórico-práticas acompanham o treino prático dos alunos na aplicação dos métodos seja individualmente ou em grupo, neste último caso desenvolvendo os alunos competências para trabalharem em equipa. A avaliação por meio de um pequeno projeto desenvolverá as duas competências de planeamento de uma experiência e análise de resultados, e ainda o relatório escrito permitirá treinar o aluno na comunicação científica. Também a análise do artigo científico pretende introduzir os alunos à investigação científica. O teste escrito permite avaliar o nível de conhecimentos obtido por cada aluno.

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

The theoretical classes are intended to present the basic theory, while the theoretical-practical classes accompany the practical training of the students in the application of the learned techniques, either individually or in groups, in the latter case developing the students' skill to work in a team. The evaluation through a small project will develop both the planning of an experiment and analyzing their results, and the written report will allow training the student in scientific communication. The analysis of the scientific article also intends to introduce the students to scientific research. The written test allows to assess the level of knowledge obtained by each student.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia de consulta/existência obrigatória

(1000 caracteres) • Stefaan Tavernier, "Experimental Techniques in Nuclear and Particle Physics", Springer, 2010.

• Claus Grupen e Boris Shwartz, "Particle Detectors", Cambridge University Press, 2008

• Siegmund Brandt, "Data Analysis: Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers", 4ª ed, Springer, 2014

• N. Tsoufanidis, S. Landsberger, Measurement and Detection of Radiation, 4th ed., CRC Press, 2015

Anexo II - Tópicos em Física e Astrofísica**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Tópicos em Física e Astrofísica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Topics in Physics and Astrophysics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CFIS

9.4.1.3. Duração:

semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

14 OT + 7 O

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

UC opcional.

9.4.1.7. Observations:

Optional CU.

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

Coordenador do ciclo de estudos (1h)

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

Docente perito no tópico selecionado - tutor(20h)

Expert teacher in the selected topic - tutor (20h)

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

UC em regime de orientação tutorial.

Obter formação avançada em tópicos relevantes de Física e Astrofísica em complemento da formação oferecida nas outras UCs optativas.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Tutorial Course

The goal is to provide advanced training in relevant topics in Physics and Astrophysics in addition to the training given in the other elective courses.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Definidos para cada aluno pelo docente tutor, os conteúdos programáticos devem reportar-se a uma bibliografia concisa (livro de texto ou artigo de revisão) e ser validados pelo coordenador do ciclo de estudos.

9.4.5. Syllabus:

The syllabus must be defined for each student by the instructor. It should be based on specific literature (either a textbook or review article) and validated by the coordinator

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

Esta organização permite tirar partido de toda a capacidade de treino avançado de que o DF dispõe para oferecer aos alunos do CE variantes de formação personalizadas de acordo com os seus interesses.

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

The organization allows to take full advantage of the training capacities of the Physics Department to develop a training program tailored to the career plan of each student.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Sendo tutorial, deve ser dada relevância ao estudo individual orientado dos conceitos e métodos, ainda que possa existir uma pequena componente expositiva.

No final do ano o aluno apresentará um relatório onde deve demonstrar os conceitos e técnicas adquiridas. Cabe ao coordenador e ao docente verificar que as atividades desenvolvidas cumprem os objetivos da unidade curricular e avaliar o relatório.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

As a tutorial, relevance should be given to guided individual study of concepts and methods, although there may be a small expository component.

The student should present a final report describing the techniques and methods learned. The coordinator and instructor should verify that the set of activities performed by the student fulfils the objectives of the curricular unit and grade the final report.

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

O acompanhamento individualizado do estudante permite monitorizar a aquisição de conhecimentos e de competências de estudo individual que são os objetivos de qualquer UC.

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

The individualized supervision of the student allows to monitor the development individual studying skills, which is a major objective of all courses.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia deverá ser definida de acordo com os conteúdos programáticos aprovados.

The bibliography must be defined according to the approved syllabus.

9.5. Fichas curriculares de docente

Anexo III - Luís Filipe Dos Santos Garcia Peralta

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Luis Filipe Dos Santos Garcia Peralta

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)