NCE/21/2100145 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:
Universidade De Coimbra

1.1.a. Outras Instituições de Ensino Superior (em associação) (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei nº 27/2021 de 16 de abril):
Universidade Do Porto

1.1.b. Outras Instituições de Ensino Superior (estrangeiras, em associação) (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei nº 27/2021 de 16 de abril):
Université de Nantes (UN)
Università Degli Studi Gabriele d'Annunzio, Chieti-Pescara (Ud'A)

1.1.c. Outras Instituições (em cooperação) (Lei nº 62/2007, de 10 de setembro ou Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto):
<sem resposta>

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):
Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)

1.2.a. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação). (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei nº 27/2021 de 16 de abril):

1.2.b. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação com IES estrangeiras). (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redação conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei nº 27/2021 de 16 de abril):

<sem resposta>

1.2.c. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, empresas, etc.) (proposta em cooperação). (Lei nº 62/2007, de 10 de setembro ou Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redação conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto):

<sem resposta>

1.3. Designação do ciclo de estudos:
Mestrado Erasmus Mundus em Geociências Planetárias

1.3. Study programme:

Erasmus Mundus Joint Master in Planetary Geosciences

1.4. Grau:
Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Geociências Planetárias

1.5. Main scientific area of the study programme:
Planetary Geosciences

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):
440

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:
443

1.6.3 Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:
441

1.7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:
120

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

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018):
4 semesters

1.9. Número máximo de admissões proposto:
18

1.10. Condições específicas de ingresso (art.º 3 DL-74/2006, na redação dada pelo DL-65/2018).
- O/A candidato(a) deverá ter concluído uma licenciatura (ou equivalente) em Ciências da Terra, Física, Astrofísica, Geologia, Engenharia ou Matemática.
- O/A candidato(a) deverá ter o nível mínimo B2 de proficiência na língua inglesa, equivalente a uma nota entre 5 e 6,5 no Sistema de avaliação IELTS, com um mínimo de 5,0 em cada uma das quatro competências (Compreensão Oral, Compreensão Escrita, Expressão Escrita e Expressão Oral), ou uma qualificação equivalente obtida através de um teste seguro da língua inglesa (SELT), válida à época da matrícula.
- Para nativos da língua inglesa, o certificado de proficiência na língua inglesa não será obrigatório.

1.10. Specific entry requirements (article 3, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018).
- The candidate must hold a Bachelor (or equivalent) degree in one of the fields of earth science, physics, astrophysics, geology, engineering or mathematics.
- He/she must have achieved a minimum level of English of B2, equivalent to the International English Language Testing System (IELTS) (between 5 and 6.5, with a minimum of

5.0 in all four components) or an equivalent qualification obtained through a 'secure English language test' which is valid at time of registration.
- For Native English speakers, the language certificate shall not be mandatory.

1.11. Regime de funcionamento.
Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:
Presencial e "Blended"

1.11.1. If other, specify:
Face to face and Blended

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:
O aluno inicia o seu percurso académico na Universidade de Coimbra, onde passa o 1º semestre do 1º ano, sendo os semestres seguintes passados nas outras universidades parceiras, pela sequência seguinte:
semestre 1 na Universidade de Coimbra;
semestre 2 na Universidade de d'Annunzio, em Chieti-Pescara;
semestre 3 na Universidade de Nantes;
semestre 4 num estágio em um dos 20 laboratórios/instituições do consórcio GeoPlanet (este é um consórcio de 20 instituições espalhadas por 16 países).
Neste semestre final, durante o qual escreverá a tese, o/a estudante estará sob a responsabilidade directa da Universidade de Nantes.
A UP leciona uma, (eventualmente duas), unidades curriculares na UC.

1.12. Premises where the study programme will be lectured:
The student starts his academic programme at the University of Coimbra, where he is during the 1st semester of the 1st year, and the following semesters are spent at other partner universities, in the following sequence:
semester 1 at the University of Coimbra;
semester 2 at the University of d'Annunzio, in Chieti-Pescara;
semester 3 at the University of Nantes;
semester 4 is spent in an internship at one of the 20 labs/institutions of the GeoPlaNet consortium (this consortium has 20 institutions from over 16 countries worldwide).
This final semester, during which the student is supposed to write the dissertation/thesis, he/she is under the direct responsibility of the University of Nantes.
The UP teaches one, possibly two, curricular units at UC.

1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):
1.13._Regulamento_805_A_2020_24_09_RAUC_creditacoes_compressed.pdf

1.14. Observações:
- Os estudantes candidatam-se ao programa de mestrado EMJM GeoPlaNet submetendo uma candidatura a um comité que integra representantes académicos das universidades UN, UC, UP e Ud'A;
- O estudante matriculado no programa terá de frequentar, durante os 3 primeiros semestres, as três universidades de Coimbra, d'Annunzio e Nantes;
- O estudante terá de completar um total de 90 ECTS das cadeiras curriculares e 30 ECTS da cadeira de estágio;
- O semestre 4 consistirá na realização de um estágio em uma das 20 instituições do consórcio GeoPlaNet alargado, ou outras instituições/laboratórios/empresas que, entretanto, integrem o conjunto de parceiros e que podem incluir startups;
- Os temas do projeto de investigação/tese de mestrado são sujeitos a aprovação por um comité conjunto de gestão do programa EMJM, integrando elementos das 3 universidades de UC, Ud'A e UN. Durante o estágio, o estudante será co-orientado por um docente de uma das 4 instituições: UC, Ud'A, UN ou UP e um profissional da instituição de acolhimento. Um acordo de estágio será redigido e estabelecido com a UN. O projeto de investigação/tese de mestrado será avaliado por um júri nomeado pelo comité conjunto de gestão do programa EMJM, com base num relatório escrito e numa defesa oral que terá lugar no final do quarto semestre.

1.14. Observations:

- Students shall apply to the Programme through a joint application procedure involving the academic representatives from the universities UN, UC, UP, Ud'A;
- Each student registered in the Programme will study in three different universities for the 3 first three semesters: Coimbra, d'Annunzio and Nantes;
- The student must complete a total of 90 ECTS Credits from coursework and 30 ECTS Credits from research internship;
- Semester 4 will be dedicated to an internship in one of the Institutes of the Broad GeoPlaNet Consortium of 20 partners or on other associated partners, such as start-ups;
- Topics for each student's Research project/ master thesis shall be agreed by a Joint Programme Management Committee, involving the institutions of UC, Ud'A and UN. During the Research project/ master thesis, the student shall be co-supervised by one academic from one of the 4 institutions UC, Ud'A, UN or UP and a professional from the Internship Host Institution. A traineeship agreement ("convention de stage") shall be prepared and established by UN. The Research project/ master thesis will be assessed by a Jury appointed by the JPMC on the basis of both a written report and an oral defence organised at the end of semester 4.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Pedagógico da FCTUC

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FCTUC

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

2.1.2._Ata_CP.pdf

Mapa I - Conselho Científico da FCTUC

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCTUC

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

2.1.2._Ata_CC.pdf

Mapa I - Senado da Universidade de Coimbra

2.1.1. Órgão ouvido:

Senado da Universidade de Coimbra

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

2.1.2._Geociencias_Plan-min.pdf

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O EMJM em Geociências Planetárias pretende dar resposta à necessidade de estruturar e internacionalizar o ensino das Geociências Planetárias a nível europeu, face ao enorme progresso da exploração espacial ocorrido nas últimas décadas, envolvendo várias regiões do mundo. Tem-se por objetivo proporcionar aos estudantes uma formação sólida nas diferentes áreas envolvidas numa missão de exploração espacial, desde o seu planeamento à sua preparação, concepção, implementação e gestão. Ao mesmo tempo, espera-se que o aluno se familiarize com ferramentas de análise de dados como aquisição e processamento de imagem, mapeamento e sistemas de cartografia planetária e desenvolva a capacidade de integração desses conhecimentos na interpretação e análise de dados planetários recolhidos em missões espaciais. O aluno terá também oportunidade de interagir com a indústria espacial e a atividade de empresas tecnológicas ligadas ao desenvolvimento de instrumentação e serviços para a indústria espacial.

3.1. The study programme's generic objectives:

The EMJM in Planetary Geosciences addresses the need for structuring and internationalising the teaching and training in this field in the European Higher Education Area (EHEA) strengthening excellence, increasing cooperation between universities and with industry and training young students to respond to the future challenges of space exploration in a fully multidisciplinary environment.
The student will receive a solid education in the different fields required for the participation in a space exploration mission, ranging from the planning, preparation, design, implementation and management.
At the same time, he/she is expected to become familiar with a number of tools in data analysis as image acquisition and processing, analysis and the writing and presentation of scientific papers and proposals in order to analyse the data acquired during a space exploration mission. The student may also contact directly the space industry and private companies developing space instrumentation.

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

Formar profissionais qualificados para trabalhar na exploração espacial, em particular em centros de investigação e desenvolvimento e em empresas tecnológicas comprometidas com programas de exploração espacial, desde o nível de planeamento e definição de missões até à implementação e acompanhamento de serviços fornecidos pela indústria espacial. Pretende-se que os alunos desenvolvam:
- Uma sólida formação em Geociências Planetárias.
- Competências que lhes permitam uma aprendizagem contínua e autónoma, capacidade de atualização ao longo da vida ativa, nas áreas das superfícies e interiores planetários, deteção remota, análise de dados e na simulação e modelação de processos e sistemas afins.
- A capacidade de intervir ao nível da inovação no domínio das Geociências Planetárias.
-Capacidade de trabalhar numa equipa internacional, dotando-os de competências que lhes permitam assumir responsabilidades na prossecução, planeamento e gestão de tarefas em programas de exploração espacial.

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

To train qualified professionals to work in the space exploration, including in research and development centers and in technological companies committed to space exploration, from planning and definition of missions to the implementation and monitoring of services provided by the space industry. Students shall develop:
- A solid training in Planetary Geosciences.
- Skills that allow them to engage in a continuous and autonomous learning process throughout active life, in planetary surfaces and interiors, remote sensing, data analysis, the simulation and modelling of related processes and systems.
- The ability to intervene at the level of innovation in the field of Planetary Geosciences, solving problems in new situations, in broad and multidisciplinary contexts.
- The ability to work in international teams, providing students with skills that allow them to assume responsibilities in the planning, implementation and management of tasks within international space exploration programs.

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

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da UC (FCTUC) dedica-se ao ensino e à investigação nos domínios das ciências exatas, naturais, da engenharia e da arquitetura e em áreas pluri e interdisciplinares. A sua missão estratégica é a criação, análise crítica e disseminação do conhecimento científico e tecnológico e da cultura em geral, contribuindo para o desenvolvimento de Portugal e do mundo através do ensino e da investigação e da prestação de outros serviços à comunidade.
O curso ora proposto, sendo um curso com pendor interdisciplinar que agrega competências de várias instituições que se complementam, abre espaço de intercâmbio de experiências e de práticas pedagógicas e científicas com instituições congéneres europeias e insere-se totalmente no esforço de internacionalização e no espírito de colaboração indissociáveis do conceito de Universidade.
O ensino e a investigação nos domínios científicos em que o curso proposto se insere têm vindo a ter particular incremento na UC na última década. Foi criado o Mestrado de

Astrofísica e Instrumentação para o Espaço, foi reforçada a investigação e os recursos humanos nesta área e a UC definiu recentemente o espaço e a observação da terra a partir do exterior entre o conjunto das áreas estratégicas que identificou para os próximos anos.
O ciclo de estudos proposto tira partido da experiência de ensino e investigação existente nas diferentes universidades que participam neste mestrado, as quais se complementam mutuamente. Os departamentos de Física, Matemática e Ciências da Terra da FCTUC dispõem do conhecimento e dos recursos humanos para o ensino dos conceitos essenciais subjacentes às chamadas Geociências Planetárias. A este ensino juntam-se unidades curriculares específicas lecionadas pela UP na UC, numa estreita colaboração entre as duas universidades.
Na UC, o curso está ancorado na investigação desenvolvida nos centros de investigação ligados aos departamentos da UC proponentes desta candidatura, mas também outras unidades de I&D, avaliados recentemente pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia com a classificação de Excelente ou Muito Bom. O ciclo de estudos beneficia largamente da experiência e da especialidade diferenciada das restantes universidades que o propõem, em particular no domínio da Geologia Planetária e na experiência de participação em missões espaciais.
O Observatório Geofísico e Astronómico da UC merece aqui particular menção pela atividade que desenvolve na observação da superfície e do interior da Terra e na monitorização contínua da superfície solar e das efemérides astronómicas. A investigação que aí se faz, as suas instalações e infraestruturas de observação poderão também contribuir para apoiar este curso.

3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:
The Faculty of Science and Technology of UC (FCTUC) is dedicated to teaching and research in the fields of exact, natural sciences, engineering and architecture and in related pluri and interdisciplinary areas. Its strategic mission is the creation, critical analysis and dissemination of scientific and technological knowledge and culture in general, contributing to the development of Portugal and the world through teaching and research and by providing addionally other services to the community.
The course now proposed, being an interdisciplinary course that aggregates the skills of several institutions that complement each other, opens space for the exchange of experiences and pedagogical and scientific practices with similar European institutions and is fully inserted in the internationalization effort and in the spirit of collaboration, inseparable from the concept of University.
Teaching and research in the scientific domains related with Space Sciences have been having a particular increase in UC in the last decade. The Master of Astrophysics and Instrumentation for Space was created, research and human resources in this area were strengthened, and the UC recently defined space and observation of the earth from the outside among the set of strategic areas that it identified for the coming years.
The proposed cycle of studies takes advantage of the teaching and research experience existing in the different universities participating in this master's degree, which complement each other. At UC the course is anchored in the research developed in the research centers linked to the proposing UC Departments and other R&D units associated with the UC, recently evaluated by the Foundation for Science and Technology with the classification of Excellent or Very Good.
The departments of Physics, Mathematics and Earth Sciences at FCTUC therefore have the knowledge and human resources to teach the essential concepts underlying the so-called Planetary Geosciences. In addition to this teaching, specific curricular units taught by UP at UC are added, in close collaboration between the two universities. The study cycle is also based on the experience and differentiated specialisation of the other partner universities, particularly in the field of Planetary Geology and the experience of participating in space missions.
The Geophysical and Astronomical Observatory deserves particular mention here for its activity in the observation of the Earth's surface and its interior and in the continuous monitoring of the solar surface and astronomical events.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) * / Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura *	Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization

<sem resposta>

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

Mapa II - -

4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Minímos optativos** / Minimum Optional ECTS**	Observações / Observations
Astrofísica/ Astrophysics	A	6	0	
Geociências/ Geosciences	Geo	16	0	
Geociências Planetárias /Planetary Geosciences	GP	69	0	
Ciências e Tecnologias do Espaço /Sciences and Technologies for Space	CTE	3	0	
Física	F	5	0	
Instrumentação / Instrumentation	I	0	0	
Computação e Simulação / Computation and Simulation	CS	14	0	
Gestão e Comunicação / Management and Communication	GC	1	0	
(8 Items)		**114**	**0**	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - - - 1º ano/ 1º semestre

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano/ 1º semestre

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Ciências Planetárias / Planetary Sciences	A	semestral	162	T-30; TP-15; OT-15;	6		UC
Análise e Processamento de Imagem / Image Processing and Analysis	CS	semestral	162	T-30; PL-28; OT-2;	6		UC
Deteção Remota Aplicada / Applied Remote Sensing	CS	semestral	162	T-15; TP-15; PL-30; OT-15;	6		UC
Métodos Computacionais Aplicados à Geofísica / Computational Methods Applied to Geophysics	Geo	semestral	162	T-28; TP-21;	6		UC
Geologia de Campo / Field Geology	Geo	semestral	162	T-8; TC-42; OT-6;	6	1	UC
Espetroscopia de Refletância de Asteroides / Reflectance Spectroscopy of Asteroids	A	semestral	162	T-28; TP-21;	6	1	UC
Elementos de Astronomia / Elements of Astronomy	A	semestral	162	TP-60; TC-10; OT-10;	6	1	UC
Eletromagnetismo II / Electromagnetism II	F	semestral	162	T-45; TP-30;	6	1	UC
Bases de Dados / Databases	CS	semestral	162	TP-75;	6	1	UC
Instrumentação e Sistemas de Aquisição de Dados / Instrumentation and Data Acquisition Systems	I	semestral	162	TP-30; PL-30;	6	1	UC
Introdução à Astrofísica / Introduction to Astrophysics	A	semestral	162	T-45; OT-15;	6	1	UC
Física Quântica / Quantum Physics	F	semestral	162	T-45; TP-15; PL-30;	6	1	UC
Física e Tecnologia do Vácuo / Vacuum Physics and Technology	I	semestral	162	T-20; TP-4; PL-26;	6	1	UC

(13 Items)

Mapa III - - - 1º ano/ 2º semestre

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano/ 2º semestre

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Geologia Planetária / Planetary Geology	GP	semestral	162	T-30; PL-30;	6		Ud'A
Trabalho de Campo em Análogos Planetários / Planetary Analogues Field Work	GP	semestral	162	T-30; PL-30;	6		Ud'A
Materiais Planetários / Planetary Materials	GP	semestral	162	T-30; TP-30;	6		Ud'A
Cartografia e Processamento de Dados /Mapping and Data Processing	GP	semestral	162	T-30; PL-30;	6		Ud'A

Sedimentologia Comparativa / Comparative Sedimentology	Geo	semestral	162	T-30; PL-30;	6	Ud'A

(5 Items)

Mapa III - - - 2º ano/ 1º semestre

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano/ 1º semestre

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Processos da Superfície da Terra e de outros Planetas / Earth and Planetary Surface Processes	GP	semestral	135	T-36; O-4;	5		UN
Interior da Terra e de outros Planetas / Earth and Planetary Interiors	GP	semestral	135	T-36; O-4;	5		UN
Análise Laboratorial e Geofísica de Campo / Lab Analyses and Field Geophysics	Geo	semestral	108	PL-35;	4		UN
Programas de Exploração Espacial / Space Exploration Programmes	CTE	semestral	81	S-24;	3		UN
Deteção Remota em Geociências Planetárias / Earth and Planetary Remote Sensing	GP	semestral	81	T-8; TP-16; O-8;	3		UN
Sistemas de Informação Geográfica 2 / Geographic Information Systems 2	GP	semestral	54	T-4; TP-16; O-4;	2		UN
Análise de Dados / Data Analysis	CS	semestral	54	T-4; TP-16; O-4;	2		UN
Dinâmica de Fluidos / Fluid Dynamics	F	semestral	135	T-20; TP-16; PL-12; O-4;	5		UN
Comunicação em Investigação e Ciência / Science and Research Communication	GC	semestral	27	TP-12; O-4;	1		UN

(9 Items)

Mapa III - - - 2º ano/ 2º semestre

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano/ 2º semestre

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Estágio / Internship	GP	semestral	810	O-42;	30		UN

(1 Item)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Análise e Processamento de Imagem

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Análise e Processamento de Imagem

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Image Processing and Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
CS

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T - 30; PL - 28; OT - 2

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Nuno David Sousa Chichorro Fonseca Ferreira (T - 15; PL - 14; OT - 1)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes (T - 15; PL - 14; OT - 1)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O curso tem como objectivos principais transmitir conhecimentos que permitam aos alunos:
1) compreender os fundamentos teóricos do processamento de imagens digitais, incluindo o seu contexto na aquisição e análise de imagens biomédicas e algumas das suas técnicas principais, e
2) desenvolver capacidades que lhes permitam aplicar na prática estes conhecimentos, dominando ferramentas adequadas de processamento de imagens, incluindo uma linguagem de programação especializada.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course is planned so as to enable the students to:
1) understand the theoretical foundations of digital image processing, including their context in the acquisition and analysis of biomedical images, and learn some of the main techniques
2) develop skills allowing them to put in practice what they've learned, mastering the appropriate image processing tools and, in particular, a specialised programming language

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Introdução.
Fundamentos da imagem digital: Formação, aquisição e digitalização de imagem. Representação binária, armazenamento e visualização de imagens digitais. Caracterização de imagens.
Processamento no domínio espacial: Histogramas, equalização, melhoramento de imagem. Filtragem espacial.
Processamento no domínio espectral: Transformadas de Fourier. Filtros. FFT. Teorema da convolução e da correlação.
Restauro de imagem: Modelo do processo de degradação/restauro da imagem. Modelos de ruído. Desconvolução.
Processamento da cor: Modelos de cor.
Processamento da forma e segmentação: Dilatação, erosão. Detecção/extracção de características. Transformada de Hough. Crescimento de regiões.
Reconstrução de imagem: Organização dos dados. Transformada de Radon. Métodos analíticos e métodos iterativos. Reconstrução.
Outras técnicas: Alinhamento e Fusão. PCA. "Machine Learning".
Programa prático: Utilização de linguagens de programação para processamento e visualização de imagens.

4.4.5. Syllabus:
Introduction.
Fundamentals of digital image: image formation, acquisition and digitalisation. Binary representation, storage and visualisation of digital images.
Image characterisation.
Spatial domain processing: histograms, equalisation, image improvement. Spatial filtering.
Spectral domain processing: Fourier transforms. Filters. FFT. Convolution and correlation theorem.
Image recovery: degradation/recovery process model. Noise models. Deconvolution.
Colour processing: colour models.
Shape processing and segmentation: dilation, erosion.
Detection/extraction of characteristics. Hough transform. Domain growth.
Image reconstruction: data organization. Radon transform. Analytical and iterative methods. Reconstruction.

Other techniques: alignment and fusion. PCA. "Machine Learning".
Practical classes syllabus: use of programming languages for image processing and visualisation.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os objetivos relativos à aquisição de conhecimento são diretamente alcançáveis através da exposição oral dos conteúdos programáticos definidos.
Os objetivos relativos às aplicações práticas são alcançados com os problemas de programação e a exploração das várias técnicas de processamento de imagem.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Objectives pertaining to knowledge acquisition are reached through the oral presentation of the content of the syllabus.
Objectives related to practical applications are attained with the programming problems and the exploring of several image processing techniques.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
- Exposição oral com recurso a meios audiovisuais
- Exemplos explorando fontes adicionais, incluindo Internet e investigação de ponta na área
- Discussão em grupo de problemas práticos
- Resolução de problemas de programação
- Realização de testes práticos frequentes
- Realização de trabalhos individuais (um projecto de programação com relatório ou um trabalho escrito sobre um tema).

A avaliação da cadeira contempla a realização de um exame (90%) e e um projeto (10%),
ou alternativamente uma frequência (70%), mini testes (20%) e um projeto (10%).

O(A) aluno(a) pode obter aprovação por avaliação contínua com a frequência, os mini testes e o projecto (projecto de programação incluindo um relatório sobre ele ou um trabalho sobre um tema) ou com o exame e o projecto; ou seja a frequência e os mini-testes podem ser substituídos/repetidos na forma do exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
- Oral presentation using audiovisual means
- Examples that explore additional sources such as the internet and latest research results
- Group discussion of practical problems
- Solving programming problems
- Frequent practical tests.
- Writing of an essay (either a programming project's report or an essay on a given theme).

Students' assessment is accomplished through an exam (90%) and a project (10%) or,
alternatively, through a midterm exam (70%), a test (20%) and a project (10%).

The student can obtain approval by continuous assessment with the marks of mid-term exam, mini-tests and project (a computing project including a report or a synthesis work) or with the marks obtained in the exam and the project, i.e. the marks obtained in the mid-term exam and the mini-tests can be replaced by that of the exam.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Dado que os métodos de ensino se centrarão na discussão e solução de problemas práticos, ambos os objetivos principais da unidade curricular serão automaticamente cumpridos.

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

Given that teaching methods will mainly be centred on the discussion and solution of practical problems, the main objectives of this course will be automatically fulfilled.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência / main book:

- R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Prentice Hall, 2nd ed., 2001

Outros livros / Other books:

- Rangaraj M R, Biomedical Image Analysis, CRC Press, 2005

- R. C. Gonzalez, R. E. Woods, S. L. Eddins, Digital Image Processing using Matlab, Prentice Hall, 2004

- Anil J. Kain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, 1989

Mapa IV - Ciências Planetárias

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ciências Planetárias

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Planetary Sciences

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-30; TP-15; OT-15

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Nuno Vasco Munhoz Peixinho Miguel (T-30; TP-15; OT-15)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Cultura geral em Ciências Planetárias. Conhecer as propriedades mais importantes das diversas classes de corpos do Sistema Solar. Compreensão dos fenómenos físicos mais relevantes em Ciências Planetárias. Capacidade para resolver problemas. Desenvolvimento da capacidade para estimar resultados por ordem de grandeza. Capacidade para procurar e utilizar publicações científicas especializadas. Sendo as Ciências Planetárias uma área muito ligada à instrumentação para o Espaço pretende-se ainda o desenvolvimento da capacidade de identificar e conceptualizar: (i) a instrumentação para medição de parâmetros observáveis e (ii) a modelização necessária para previsão de parâmetros observáveis.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
General culture in Planetary Sciences. Know the most important properties of the various classes of bodies in the Solar System. Understanding the relevant physical phenomena in planetary sciences. Ability to solve problems. Developing the capacity to estimate results based on general arguments. Ability to search and use specialized scientific publications. Being Planetary Sciences a very bonded area to instrumentation for space it is intended to further develop the capacity to identify and conceptualize: (i) the instrumentation for measuring observable parameters and (ii) the modeling necessary to forecast observable quantities.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1- O Sistema Solar:
1.1- Inventário do Sistema Solar;
1.2- Propriedades dos corpos do Sistema Solar;
1.3- Métodos de estudo do Sistema Solar;
1.4- Modelos de formação do Sistema Solar.

2- Dinâmica do Sistema Solar:
2.1- Revisão do problema de dois corpos;
2.2- O problema dos três corpos, pontos de Lagrange e ressonâncias;

3- Os Planetas Terrestres:
3.1- Estrutura interna dos planetas terrestres;
3.2- Processos superficiais dos planetas terrestres;
3.3- Atmosferas dos planetas terrestres.

4- Os Planetas Gigantes:
4.1- Estrutura dos planetas gigantes;
4.2- Atmosferas dos planetas gigantes;
4.3- Os sistemas de satélites e anéis dos planetas gigantes.

5- Os Pequenos Corpos do Sistema Solar

6- Os Planetas Extra-Solares :
6.1- Detecção de planetas extra-solares;
6.2- Propriedades dos sistemas planetários extra-solares.

7- Noções de Astrobiologia

4.4.5. Syllabus:

1- The Solar System:
1.1 Inventory of the Solar System;
1.2- Properties of bodies in the Solar System;
1.3- the solar system study methods;
1.4- solar system formation models.

2. Dynamics of the Solar System:
2.1 two-body problem of Review;
2.2 The three-body problem, Lagrange points and resonance;

3- The Terrestrial Planets:
3.1- Internal structure of the terrestrial planets;
3.2 Surface Processes of the terrestrial planets;
3.3- atmospheres of the terrestrial planets.

4- The Planets Giants:
4.1- Structure of the giant planets;
4.2- atmospheres of the giant planets;
4.3- The satellites and rings of giant planets systems.

5- The Small Bodies of the Solar System

6- The Extra-Solar Planets (Exoplanets):
6.1- detection of extrasolar planets;
6.2- properties of extrasolar planetary systems.

7. Understanding of Astrobiology

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

Os conteúdos programáticos cobrem um conjunto alargado de assuntos no domínio da disciplina, recorrendo a extensa literatura de referência.
Procura contextualizar o conhecimento numa área em que se tem vindo a assistir a uma rápida a evolução, sobretudo nas técnicas de deteção de exoplanetas e no conhecimento co
m recurso a sondas espaciais.

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

This syllabus addresses a wide range of topics in the area of the course, using extensive reference literature.
The knowledge is put in context in an area that has been witnessing a rapid evolution, especially in exoplanet detection techniques and planetary knowledge using space probes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino será baseado na exposição de matéria, no sentido clássico, recorrendo em casos particulares ao método de aprendizagem centrada no aluno, resolução de problemas clássicos, discussão de problemas de investigação da especialidade e na realização de trabalhos com orientação tutorial.

A avaliação contempla a realização de um exame (60%) e de um projeto (40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching will be based on exposing the matters in the classic sense, using specifically cases as part of the learning method focused on the student, solving of classic problems, discussion of research problems will be carried out in the tutorials.

Students' assessment is accomplished through an exam (60%) and a project (40%).

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

As metodologias de ensino adoptadas permitem dotar o aluno com os conhecimentos teóricos e as capacidades relevantes, sendo semelhantes às que são comumente usadas em unidades curriculares similares em escolas de referência.

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

The teaching methods provide the student with the theoretical knowledge and relevant skills, being similar to those commonly used in similar courses in reference schools.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Solar System Dynamics. C.D. Murray and S.F. Dermott (1999). Cambridge Univ. Press

- Planetary Sciences. Imke de Pater and Jack J. Lissauer (2001). Cambridge Univ. Press

- An Introduction to the Solar System. Eds. Neil McBride and Iain Gilmour (2003). Cambridge Univ. Press

- Introduction to Planetary Science: the geological perspective. Gunter Faure and Teresa M. Mensing (2007). Springer.

- An Introduction to Astrobiology. Eds Iain Gilmour and Mark A. Sephton (2003). Cambridge Univ. Press

- Le système solaire. T. Encrenaz, J.-P. Bibring, M. Blanc, M. A. Barucci, F. Roques et Ph. Zarka (2003) EDP Sciences / CNRS Editions.

Mapa IV - Deteção Remota Aplicada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Deteção Remota Aplicada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Remote Sensing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CS

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-15; TP-15; PL-30; OT-15

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Gil Rito Gonçalves (T-15; TP-15; PL-30; OT-15)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se que os alunos saibam aplicar as técnicas da Detecção Remota na extracção de informação geográfica (IG) a partir de imagens captadas por sensores ópticos multiespectrais embarcados em plataformas especiais. Adicionalmente serão ainda estudados os conceitos elementares envolvendo a extração de IG a partir de dados georeferenciados captados por sensores activos (LiDAR e RADAR). Do ponto de vista da aplicação dos conhecimentos, pretende-se que os alunos participem na realização de trabalhos laboratoriais englobando as áreas seguintes: i) no pré-processamento de imagens de satélite ii) na produção e actualização de cartografia temática e topográfica de zonas rurais e urbanas e iii) na gestão de recursos naturais e na monitorização ambiental.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The aim of the curricular unit is to give the students knowledge on how to aply the Remote Sensing Techniques in the extraction of Geographic Information (GI) from images captured by mutispectral optical sensors located in spatial platforms. The basic knowledge to the extraction of GI from grorreferenced data captured by active sensors (LiDAR and RADAR) is also studied. From the applications point of view, the students are expected to perform laboratory work in the following areas: i) satellite image pre-processing; ii) production and update of thematic and topographic cartografy of rural and urban areas and iii) management of natural resources and environmental monitoring.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1. Fundamentos de detecção remota
a) A radiação electromagnética
b) Fontes e características dos dados de Detecção Remota
c) Os principais sensores ópticos de média e alta resolução
2. Pré-processamento de imagens de satélite.
a) Avaliação estatística da qualidade da imagem
b) Correcções radiométricas
c) Correcções geométricas

d) Melhoramento
e) Transformações de imagem
3. Metodologias de classificação de imagens.
a) Classificação supervisada
b) Classificação não-supervisada e clustering
c) Classificação contextual
d) Classificação não-rígida
e) Avaliação da precisão da classificação
4. Princípios básicos de processamento e análise de dados de sensores activos
a) LiDAR
b) RADAR
5. Casos de estudo
a) Fusão e ortorectificação de imagens de Satélite de alta e média resolução
b) Cartografia da impermeabilidade urbana por integração de dados LIDAR e imagens multiespectrais
c) Detecção de alterações do coberto e uso do solo

4.4.5. Syllabus:

1. Fundamentals of Remote Sensing
a) Electromagnetic radiation principles
b) Sources and characteristics of optical remote sensing data
c) Principal optical remote sensing sensors and platforms
2. Pré-processing of multispectral satellite images
a) Image quality assessment and statistical evaluation
b) Radiometric correction
c) Geometric correction
d) Image enhancements
e) Multispectral transformations
3. Image classification methodologies
a) Supervised classification
b) Unsupervised classification
c) Contextual classification
d) Fuzzy classification
e) Thematic map accuracy assessment
4. Basic principles of active remote sensing
a) LiDAR
b) RADAR
5. Case studies
a) Data fusion and geometric correction of satelite images of high and medium spatial resolution
b) Urban and rural imperviousness from remote sensing data
c) Land-cover/Land-use change detection

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

Para que os alunos adquiram os conhecimentos e dominem as técnicas que lhes permitem extrair informação geográfica a partir de imagens de satélite multi-espectrais são abordados nos conteúdos programáticos os princípios básicos da Detecção Remota (cap. 1) e o pré-processamento destas imagens (cap. 2). Para que os alunos utilizem estas imagens na actualização e produção de mapas topográficos e temáticos é necessário que dominem as principais metodologias de classificação de imagem utilizando softwares quer comerciais quer de código aberto (cap. 3). Na última década os sensores activos de Detecção Remota (LiDAR e RADAR) têm sido utilizados de modo eficaz na gestão de recursos naturais e na monitorização ambiental, sendo estudados no capítulo 4. Para ajudar os estudantes a perceber que os conhecimentos e competências podem ser aplicados de forma efectiva em múltiplos contextos o capítulo 5 foca casos de estudo específicos, estando alguns dos quais publicados em artigos científicos.

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

In order to acquire the necessary knowledge and to master the techniques for extracting geographic information from multi-spectral images it is necessary to address the basic principles of Remote Sensing (chap. 1) and to know how to do the necessary pré-processing of these images before GI extraction (chap. 2). In order for students use these images for updating and production of topographic and thematic maps it is necessary that they dominate the main methods of image classification using both commercial and open source software (Chapter 3). Because the active remote sensors (LiDAR and RADAR) have been used efficaciously in natural resources management and environmental monitoring, they will be studied in chapter 4. To help students appreciate that their knowledge and skills can be effectively applied in multiple contexts chapter 5 will covering some published remote sensing case studies.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos fundamentais são leccionados nas aulas teórico-práticas, juntamente com a resolução de exercícios para clarificação das matérias. Nas aulas práticas laboratoriais serão resolvidos exercícios utilizando software de Detecção Remota (comercial e open-source). A avaliação inclui uma componente prática e a realização de um exame. A componente prática consiste na realização de pequenos trabalhos laboratoriais, iniciados nas aulas práticas laboratoriais e concluídos pelos alunos fora das aulas. Estes trabalhos serão acompanhados da realização de relatórios.

A avaliação contempla um exame (60%) e um trabalho laboratorial ou de campo (40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The fundamental concepts are taught on the theoretical-practical classes, along with the resolution of exercises and tutorials to clarify the subjects. The laboratorial-practical classes include the resolution of exercises and labs using remote sensing software. The evaluation includes a practical component and an exam. The practical component consist on the execution of labs, initiated in the laboratorial-practical classes and concluded by the students outside the classes, which are accompanied by the elaboration of reports describing the theoretical context and all the work performed.

Students' assessment is accomplished through an exam (60%) and a fieldwork or laboratory work (40%).

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

As componentes mais teóricas da unidade curricular serão leccionadas nas aulas teórico-práticas e serão avaliadas recorrendo a frequências e/ou exames. Nas aulas práticas laboratoriais são feitos exercícios e trabalhos práticos, que permitem aos alunos aplicar os conceitos apreendidos nas aulas teórico práticas. A avaliação das capacidades que os alunos adquiriram para implementar na prática as metodologias leccionadas será feita mediante a realização de pequenos projectos práticos (Labs), que implica a escolha das metodologias a aplicar, a sua implementação, bem como a execução dum relatório com a descrição de todo o trabalho desenvolvido nesse Lab. A realização dos trabalhos práticos implica capacidade de aplicação prática de conhecimentos teóricos, de análise, síntese, comunicação, espírito crítico e aprendizagem autónoma. A avaliação utilizando uma componente prática e um exame permite assim avaliar os vários aspectos da aprendizagem do aluno.

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

The more theoretical components of the course will be taught in the theoretical-practical classes and will be evaluated using midterm exams and/or a final exam. In the laboratorial-practical classes exercises and practical work are executed, that allow the students to apply the concepts learned in the theoretical-practical classes. The evaluation of the skills the students gained to implement the taught methodologies will be done with labs, that require the choice of the appropriate methodologies, their implementation and the elaboration of a report with the description of the all developed work. The execution of the labs involves the capabilities of synthesis and analysis, communication, problem solving, critic reflection, autonomous learning and practical application of theoretical knowledge. The evaluation using a practical component and an exam enables the full evaluation of the several aspects of the student learning.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- John R. Jensen. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. 3rd Edition. Prentice Hall, 2005. 526 pags.

- Richards, J., Jia, X. Remote Sensing Digital Image Analysis: an introduction. 2006. 4th Edition. Berlin: Springer. 439 pags.

- Fonseca, A. e Fernandes, J. Detecção Remota. 2004. Lisboa, Lidel, 224 pags.

- Gonçalves, G, (2013). Cadernos de Detecção Remota. FCTUC

Mapa IV - Geologia de Campo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Geologia de Campo

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Field Geology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
Geo

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-8; TC-42; OT-6

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Fernando Carlos da Silva Coelho Lopes (T-4; TC-21; OT-3)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Luís Vitor da Fonseca Pinto Duarte (T-4; TC-21; OT-3)

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

Com esta unidade curricular pretende-se que os estudantes desenvolvam competências científicas e técnicas no domínio da análise geológica no campo. Tendo por base diferentes metodologias de análise de afloramentos de diferentes contextos geológicos (estratigráficos e estruturais), os estudantes deverão ser capazes de produzir, de forma autónoma, relatórios devidamente organizados e sustentados do ponto de vista científico, e que traduzam corretamente a geologia de detalhe dos diversos locais estudados.

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

With this course it is intended that students may develop scientific and technical skills in the domain of the field geology analysis. Based on different outcrop analysis methodologies from different geological contexts (stratigraphic and structural), students should be able to produce, in autonomous way, geological reports properly organized and supported from a scientific point of view, and that correctly translates the detailed geology of the various studied locations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa será desenvolvido em função das diversas áreas a analisar "in situ", e que poderão mudar em cada ano. Parte teórica: Introdução à geologia das áreas a estudar: caraterização litológica, unidades estratigráficas (litostratigráficas), estruturas geológicas e contexto tectónico; Trabalho de Campo: análise litológica e estrutural, execução de perfis estratigráficos, de cartografia geológica detalhada, de esquemas interpretação estrutural e de cortes geológicos interpretativos.

4.4.5. Syllabus:

The syllabus will be developed in function of the different areas to study in locco, that could be changed in each year Theoretical part: Introduction to the geology of the study areas: lithologic characterization, stratigraphic (lithostratigraphic) units, structural geology and tectonic setting; Field work: lithologic and structural analysis, execution of stratigraphic logs, detailed geological mapping, structural interpretation schemes and interpretative geological sections.

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

Os conteúdos programáticos incluem todos os conceitos, metodologias e aspetos geológicos relacionados com as áreas a estudar, de modo a que cada estudante, no final da sua licenciatura, possa desenvolver um trabalho autónomo, cientificamente e tecnicamente válido.

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

Course contents include all the concepts, methodologies and geological aspects related with the different areas to study and analyse, so that each student, at the end of their degree, can develop an autonomous work, scientifically and techically valid.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas com apresentação e discussão das áreas de estudo. Os trabalhos de campo serão desenvolvidos sob a supervisão do docente.

A avaliação contempla um trabalho laboratorial ou de campo (100%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical lectures with presentation and discussion about the study areas. Field work it will be developed under the supervision of teacher.

Students' assessment is accomplished through fieldwork or laboratory work (100%).

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

Sendo o principal objetivo deste curso proporcionar aos alunos competências científicas e técnicas no domínio da geologia de campo de diferentes contextos geológicos, as aulas de campo serão a metodologia mais apropriada para esse efeito, complementada através de aulas teórico-práticas.

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

Being the main objective of this course to provide the students of scientific and technical skills in the domain of field work of different geological contexts, the field classes will be the most appropriate teaching methodology to this effect, complemented by theoretical-practical lectures.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
A bibliografia será específica e apresentada ao estudante de acordo com as áreas de trabalho a analisar no campo/ The bibliography is specific and will be presented to the student according to the field areas to study.

Mapa IV - Análise de Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Análise de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Data Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
CS

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
54

4.4.1.5. Horas de contacto:
T - 4; TP - 16; O - 4

4.4.1.6. Créditos ECTS:
2

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Olivier Verhoeven (T - 2; TP - 8; O - 2)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Laurent Barillé (T - 2; TP - 8; O - 2)

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

Analisar, interpretar e modelar dados associados a diferentes escalas de espaço e tempo. Identificar a técnica de análise mais apropriada à natureza e tipo de dados. Aprender os limites das diferentes técnicas de processamento de dados. Adquirir as ferramentas estatísticas para a caracterização dos dados. Dominar uma linguagem de programação e software de processamento de dados.

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

Analyze, interpret and model data associated with different space and time scales. Identify the appropriate analysis technique according to the nature and the type of data. Learn the limits of the different data processing techniques. Master the statistical tool in data characterization. Master a programming language and use data processing software.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Análise de Fourier
Representações em tempo-frequência e em escala de tempo
Análise de correlações
Modelos dinâmicos lineares

4.4.5. Syllabus:

Fourier Analysis
Time-frequency and time-scale representations
Correlation analysis
Dynamic Linear Models

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

Esta cadeira proporciona uma visão global das ferramentas numéricas necessárias para analisar, modelar e interpretar séries temporais e dados espaciais para disciplinas que vão da ecologia e paleoambientes, às geociências planetárias. A análise de séries temporais será baseada na aplicação de diferentes métodos como transformadas de Fourier, representações em tempo-frequência, wavelets, modelos dinâmicos lineares e técnicas de deteção de correlações. Métodos de processamento de sinal como a utilização de filtros e detecção de outliers serão igualmente discutidos.

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

This course provides an overview of the numerical tools needed to analyze, model and interpret time series and spatial data for disciplines ranging from ecology and paleoenvironments, to planetary geosciences. The analysis of time series will be based on the application of different methods such as Fourier transforms, time-frequency representations, wavelets, Dynamic Linear Models and correlation detection techniques. Signal processing methods such as the use of filters and outlier detection will also be discussed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino baseia-se em aulas de exposição e aulas teórico-práticas, com o foco sobre os diferentes métodos para caracterizar séries temporais de diferentes áreas disciplinares.

A avaliação é feita através de mini testes (100%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching is based on lectures and practicals, focusing on different methods to characterize time series from different disciplinary fields.

Students' assessment is accomplished through tests (100%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os métodos de ensino proporcionam ao estudante o conhecimento teórico e as respetivas competências práticas de análise de dados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methods provide the student with both the theoretical knowledge and the associated data analysis skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
- Méthodes et techniques de traitement du signal - 5ème édition, Jacques Max, Jean Louis Lacoume, Sciences Sup, Dunod, 2004.

- Une exploration des signaux en ondelettes, S. Mallat, Les Editions de l'Ecole Polytechnique, 2000.

- Analyse continue par ondelettes,, B. Torresani, Savoirs actuels -Interéditions/CNRS éditions, 1995.

- Application de la théorie des ondelettes, V. Perrier, Enseignement UNESCO Traitement du signal et des images numériques, Tunis, ENIT, 14-18 mars 2005.

- Linear algebra, signal processing, and wavelets. A unified approach. Python version , Øyvind Ryan, 2015.

- Ondelettes continues en Sciences de la Terre - méthodes et applications, P. Gaillot, Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2000.

Mapa IV - Interior da Terra e de outros Planetas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Interior da Terra e de outros Planetas

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Earth and Planetary Interiors

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
GP

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
135

4.4.1.5. Horas de contacto:
T - 36; O - 4

4.4.1.6. Créditos ECTS:
5

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Antoine Mocquet (T - 18; O - 2)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Antoine Bézos (T - 18; O - 2)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
- Traduzir os observáveis geofísicos e geoquímicos em termos de estrutura térmica, composição e propriedades mecânicas..
- Integrar os mecanismos físico-químicos que regem a dinâmica dos interiores planetários e a sua evolução térmica.
- Compreender os acoplamentos físico-químicos entre os principais domínios constituintes dos interiores planetários.
- Relacionar a evolução planetária com a diversidade da estrutura interna de cada planeta.
- Estar a par do estado da arte em estudos sobre a estrutura e evolução dos interiores planetários.
- Adquirir uma mente crítica sobre o assunto.
- Saber sintetizar os próprios conhecimentos em inglês, tanto escritos como orais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
- Translate geophysical and geochemical observables in terms of thermal structure, composition and mechanical properties.
- Integrate the physico-chemical mechanisms governing the dynamics of planetary interiors and their thermal evolution.
- Understand the physico-chemical couplings between the main constituent domains of planetary interiors.
- Relate the diversity of planetary evolutions with their internal structure.
- To appropriate the state of the art in studies on the structure and evolution of planetary interiors.
- Acquire a critical mind on the subject.
- Know how to synthesize one's own knowledge in English, both written and oral.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
- Os parâmetros descritivos das estruturas internas planetárias
- O conhecimento e as interrogações trazidas pelas observações terrestres e missões espaciais (sondas orbitais e módulos de aterragem)
- Contribuições e viabilidade de diferentes métodos geofísicos em planetologia
- Estruturas comparativas e evoluções dos corpos sólidos do sistema solar
- Extrapolação para exoplanetas

4.4.5. Syllabus:
- The descriptive parameters of planetary internal structures
- The knowledge and the interrogations brought by terrestrial observations and space missions (orbital probes and landers)
- Contributions and feasibility of different geophysical methods in planetology
- Comparative structures and evolutions of the solid bodies of the solar system
- Extrapolation to exoplanets

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

Este curso é organizado para fornecer um estado da arte da investigação sobre a estrutura e evolução físico-química dos interiores planetários, incluindo a Terra, com exemplos específicos seleccionados de acordo com as missões espaciais. Os conhecimentos adquiridos em anos anteriores são utilizados para caracterizar a estrutura físico-química dos corpos planetários e para quantificar os mecanismos que regem a sua evolução.

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

The course is organized to provide a state of the art of the research on the structure and physico-chemical evolution of planetary interiors, including the Earth, with particular examples selected according to space missions. The knowledge acquired in previous years is used to characterise the physico-chemical structure of planetary bodies and to quantify the mechanisms that govern their evolution.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino será baseado na exposição de matéria, no sentido clássico, recorrendo em casos particulares ao método de aprendizagem centrada no aluno, resolução de problemas clássicos, discussão de problemas de investigação da especialidade e na realização de trabalhos com orientação tutorial. Os estudantes serão também convidados a rever os principais artigos recentes. Os seminários permitir-lhes-ão apresentar a sua análise e discutir a dos seus colegas.

A avaliação consiste num exame (50%) e um trabalho de síntese (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching will be based on exposing the matters in the classic sense, using in specific cases a learning method focused on the student, solving of classic problems, discussion of research problems in the tutorials. Students will also be asked to study key recent articles. Seminars will allow them to present their analysis and discuss those of their peers.

Students' assessment contemplates an exam (50%) and a synthesis work (50%).

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

As metodologias de ensino adoptadas permitem dotar o aluno com os conhecimentos teóricos e as capacidades relevantes, sendo semelhantes às que são comumente usadas em unidades curriculares similares em escolas de referência. A análise, apresentação e discussão de artigos recentes fornece-lhes as ferramentas para uma abordagem científica crítica.

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

The teaching methods provide the student with the theoretical knowledge and relevant skills, being similar to those commonly used in similar courses in reference schools. The analysis, presentation and discussion of recent articles enable them to acquire the tools of a critical scientific approach.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The students will be provided a free access to the main journals of the discipline, e.g., Astronomy and Astrophysics, Icarus, Journal of Geophysical Research (Solid Earth, Planets), Geophysical Research Letters, Earth and Planetary Science Letters, Nature (Geoscience, Astronomy), Science, ...

Mapa IV - Deteção Remota em Geociências Planetárias

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Deteção Remota em Geociências Planetárias

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Earth and Planetary Remote Sensing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
GP

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
81

4.4.1.5. Horas de contacto:
T - 8; TP - 16; O - 8

4.4.1.6. Créditos ECTS:
3

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Véronique Carrère (T - 8; TP - 16; O - 8)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
- compreender que tipo de informação físico-química pode ser extraída de dados de espectroscopia de imagem adquiridos a certa altitude sobre a Terra e outros planetas e luas do sistema solar
- corrigir imagens hiperespectrais dos efeitos atmosféricos, utilizando aproximações empíricas e físicas
- extrair informação quantitativa de imagens hiperespectrais
- utilizar imagens hiperespectrais para mapear a composição de superfícies
- compreender como se propaga a luz no interior do oceano
- compreender como a reflectância acima de água pode ser utilizada para inferir informação bio-geofísica acerca dos principais constituintes coloridos da água dos oceanos, de forma quantitativa

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

• understand what physico-chemical information can be extracted from imaging spectrometer data acquired over Earth and other planets and moons of the solar system
• correct hyperspectral images from atmospheric effects using empirical and physical approaches
• extract quantitative information from hyperspectral images
• use hyperspectral images to map surface compositions
• understand how light propagates into the ocean
• understand how above-water reflectance can be used to quantitatively retrieve biogeophysical information on the main seawater colored constituents

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Princípios físicos da deteção remota hiperespectral (espectroscopia de imagem)
- Qualidade da imagem - calibração de imagem
- Métodos de correção da atmosfera
- Extração de parâmetros físico-químicos como composição das superfícies, tamanho granular, conteúdo de humidade, etc
- Aplicação à Terra e outras superfícies planetárias
- Conceitos introdutórios em óptica marinha: propriedades ópticas inerentes e aparentes
- Principais constituintes coloridos das águas oceânicas
- Introdução à deteção remota da cor dos oceanos
- Deteção remota da cor dos oceanos em zonas costeiras
- Caso particular de águas turva
- Aplicação da deteção remota da cor dos oceanos à aquicultura de bivalves

4.4.5. Syllabus:

Physical principles of hyperspectral remote sensing (imaging spectroscopy)
• Image quality - Image calibration
• Atmospheric correction methods
• Extraction of physico-chemical parameters - Surface composition, grain size, moisture content, etc.
• Application to Earth and Planetary surfaces
• First concepts in marine optics: inherent and apparent optical properties
• Main seawater colored constituents
• Introduction to ocean color remote sensing: chlorophyll algorithms in case 1 waters
• Ocean color remote sensing in coastal waters
• Particular case of turbid waters: turbidity and chlorophyll algorithms
• Application of Ocean color remote sensing to bivalve aquaculture

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

Este curso cobre os fundamentos da espectroscopia de imagem no infravermelho próximo/visível (VNIR) e no infravermelho de onda curta (SWIR), a gama espectral onde se extrai informação relevante de imagens hiperespectrais. A espectroscopia de imagem é uma das ferramentas standard utilizadas para explorar e compreender as superfícies planetárias. Um bom entendimento da calibração radiométrica e espectral das imagens, procedimentos de correção da atmosfera e ferramentas de processamento de imagem, é necessário de forma a extrair e mapear propriedades físico-químicas das superfícies planetárias. Todos estes aspetos são cobertos com base em experiências 'hands-on', proporcionadas aos estudante recorrendo a imagens disponíveis das várias missões espaciais.

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

This course covers the fundamentals of imaging spectroscopy in the Visible-, Near- and Shortwave Infrared (VNIR-SWIR) spectral range required to be able to extract relevant information from hyperspectral images. Imaging spectroscopy is one of the standard tools used to explore and understand planetary surfaces. A good understanding of image radiometric and spectral calibration, atmospheric correction procedures and image processing tools is necessary in order to extract and map physico-chemical properties of planetary surfaces. All these aspects are covered based on hands-on ? experience by the students using images from the various missions available at the time.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas expositivas são destinadas a transmitir os conhecimentos teóricos (física) e alguns exemplos de aplicação retirados da literatura. As aulas teórico-práticas permitem aos estudantes familiarizarem-se com o processamento de imagens hiperespectrais, através de diferentes aplicações (compreender e utilizar assinaturas espectrais; mapeamento quantitativo; classificação; índices espectrais, etc). Os estudantes escolhem um projeto entre uma lista de propostas (Geologia Ambiental na Terra, mapeamento de minerais na Terra, Marte, a Lua, Gelo em Marte, etc.) e desenvolvem o tema em pequenos grupos. Os resultados são depois apresentados oralmente e através dum relatório.

A avaliação é feita através de um projeto que vale 100%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures are dedicated to the theory (physics) and some examples of applications from the literature. Practicals allow students to familiarize themselves with hyperspectral image processing through different applications (understanding and using spectral signatures, quantitative mapping, classification, spectral indices, etc.). Students then select a project among the proposed ones (Environmental Geology on Earth, mineral mapping on Earth, Mars, the Moon, Ice on Mars, etc.) and work by themselves, in small groups. Results are presented orally and in a report.

Students' assessment is accomplished with a project for 100%.

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

Aulas teóricas e teórico práticas (presenciais e possivelmente recorrendo a E-learning), assim como experiências 'hands-on' ao longo do projeto final.

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

Theory and practice (face-to-face, possibly E-learning), as well as on-hand experience for the students through the final project.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Bishop, J., Bell III, J., & Moersch, J. (Eds.). (2019). Remote Compositional Analysis: Techniques for Understanding Spectroscopy, Mineralogy, and Geochemistry of Planetary Surfaces (Cambridge Planetary Science). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781316888872.

- R. N. Clark, Spectroscopy of Rocks and Minerals, and Principles of Spectroscopy, in Manual of Remote Sensing, vol. 3, 3rd Edition, ISBN: 978-0-471-29405-4, March 1999, 728 Pages, John Wiley and Sons, Inc., A. Rencz, Editor, New York.

- Surveys in Geophysics, Volume 40, issue 3, May 2019, Special Issue: Exploring the Earth System with Imaging Spectroscopy, Saskia Foerster, Luis Guanter, Teodolina Lopez, José Moreno, Michael Rast, Michael E. Schaepman Eds.

- Mobley, C., 1994. Light and Water. Academic Press.

- Kirk, J.T.O., 1994, Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems, Second Edition. Cambridge University Press.

Mapa IV - Dinâmica de Fluidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dinâmica de Fluidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fluid Dynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
F

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
135

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-20; TP-16; PL-12; O-4

4.4.1.6. Créditos ECTS:
5

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Sabrina Carpy (T-20; TP-16; PL-12; O-4)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
- Modelação de um problema de dinâmica de fluidos aplicado a áreas planetárias ou interiores planetários.
- Integrar uma equação de transporte para a temperatura ou concentração para resolver problemas de acoplamento térmico/químico.
- Simplificar o problema utilizando as hipóteses do problema e, se necessário, através de uma análise dimensional.
- Escrever um relatório detalhado sobre as experiências/modelação realizadas em trabalhos práticos num documento sintético com ferramentas científicas adaptadas (fazer um diagrama, escrever equações, etc.) em grupos de dois ou três estudantes.
- Saber sintetizar os seus próprios conhecimentos em inglês, tanto escritos como orais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
- Model a fluid dynamics problem applied to planetary surfaces or planetary interiors.
- Integrate a transport equation for temperature or concentration to solve problems of thermal/chemical couplings.
- Simplify the problem using the hypotheses of the problem and, if necessary, through a dimensional analysis.
- Write a detailed report on the experiments/modelling carried out in practical work in a synthetic document with adapted scientific tools (making a diagram, writing equations, etc.) in groups of two or three students.
- Know how to synthesize one's own knowledge in English, both written and oral.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O curso abordará quantitativamente os seguintes tópicos principais:
- Os parâmetros descritivos da mecânica dos fluidos (propriedades dos fluidos, cinemática dos fluidos, equação de Bernoulli, vorticidade)
- Solução de problemas de fluxo de fluidos que são modelizados por equações diferenciais (equação de onda, equação de difusão, equação de Laplace)
- Aplicação a Ondas de Água e Camadas Limite
- Contribuições da dinâmica dos fluidos na planetologia comparativa.

4.4.5. Syllabus:

The course will quantitatively address the following major topics:
- The descriptive parameters of fluid mechanics (properties of fluids, kinematics of fluids, Bernoulli's equation, vorticity)
- Solution of fluid-flow problems that are modelled by differential equations (wave equation, diffusion equation, Laplace's equation)
- Application to Water waves and Boundary layers
- Contributions of fluid dynamics in comparative planetology.

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

Os conhecimentos adquiridos em dinâmica de fluidos serão aplicados a casos encontrados em planetologia, a fim de passar de modelos experimentais ou numéricos laboratoriais para escoamentos geofísicos, tendo o cuidado de respeitar as leis de semelhança necessárias em planetologia comparativa.

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

The knowledge acquired in fluid dynamics will be applied to cases encountered in planetology in order to move from experimental/numerical models to real geophysical flows, taking care to respect the scales of similarity necessary in comparative planetology.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino será baseado em palestras, tutoriais para resolver problemas clássicos, trabalho prático em modo de projeto, ensino à distância. Serão utilizados casos específicos como parte do método de aprendizagem e a discussão de problemas de investigação será levada a cabo nos tutoriais. Os estudantes serão também convidados a estudar artigos chave recentes. O relatório permitir-lhes-á apresentar a sua análise.

A avaliação contempla um exame (70%) e a resolução de problemas (30%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching will be based on lectures, tutorials to solve classical problems, practical work in project mode, distance learning. Specifically cases will be used as part of the learning method and discussion of research problems will be carried out in the tutorials. Students will also be asked to study key recent articles. Report will allow them to present their analysis.

Students' assessment contemplates an exam (70%) and problems resolving reports (30%).

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

As metodologias de ensino adoptadas permitem dotar o aluno com os conhecimentos teóricos e as capacidades relevantes, sendo semelhantes às que são comumente usadas em unidades curriculares similares em escolas de referência.

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

The teaching methods provide the student with the theoretical knowledge and relevant skills, being similar to those commonly used in similar courses in reference thematic schools.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
The students will be provided a free access to the main journals of the discipline (fluid mechanics, heat and fluid flows and planetology).

Mapa IV - Sistemas de Informação Geográfica 2

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Sistemas de Informação Geográfica 2

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Geographical Information Systems 2

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
GP

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
54

4.4.1.5. Horas de contacto:
T - 4; TP - 16; O - 4

4.4.1.6. Créditos ECTS:
2

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Laetitia Le Deit (T - 2; TP - 8; O - 2)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Bruno Jesus (T - 2; TP - 8; O - 2)

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

Ao completar esta unidade curricular o estudante será capaz de:
- compreender a utilidade e as aplicações possíveis de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) no domínio das ciências ambientais e geológicas.
- compreender e dominar os conceitos de sistemas de coordenadas projetadas e geográficas; conhecer quais são os tipos de variáveis que podem ser introduzidas num SIG e as bases de dados associadas.
- ser capaz de utilizar as funções básicas e avançadas de um SIG (por exemplo, ser capaz de efetuar análises espaciais, processar informação automaticamente, produzir mapas complexos).
- ser capaz de obter e organizar dados para implementar um SIG no domínio das ciências ambientais, planetárias e terrestres.

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

After completing this teaching unit, the student will:
• Be aware of the usefulness of Geographic Information Systems (GIS) and the possible applications to earth and environmental sciences
• Understand and master the concepts of geographic and projected coordinate systems, the different data types and associated databases
• Be able to use basic and advanced functions of a GIS (e.g., perform spatial data analysis, automatic data processing, produce a complex map)
• Be able to collect data required to implement a GIS in the domain of earth, planetary, and environmental sciences.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1- Conceitos fundamentais de SIG
1.1- Definições e generalidades
1.2- Geodesia: conceitos de sistemas de coordenadas geográficas e projetadas
1.3- Tipos de dados espaciais
1.4- Metadados
1.5- Visualização de mapas
1.6- O software de SIG existente no mercado
1.7- Os produtores de dados
1.8- SIG online
2- Análise avançada de dados espaciais
2.1- Propriedades do projeto e o seu sistema de coordenadas de referência
2.2- Adição de dados espaciais
2.3- Digitalização - criação de camadas de vetores
2.4 - Cálculos de Campos
2.5 - Georreferenciamento
2.6 - Atributos e consultas espaciais
Attribute and spatial queries
2.7 - Juntas
2.8 - Layout – compositor de impressão
3 - Bancos de dados geográficos
e automatização de processamento de dados
3.1- Banco de dados geográficos
3.1.1 - Generalidades
3.1.2 - Noções de SQL
3.1.3 - SpatiaLite
3.2 - Automatização de processamento de dados
3.2.1 - Processamento em lote
3.2.2 - O modelador gráfico (construtor de modelos / ArcGIS)
3.2.3 - Script Python

4.4.5. Syllabus:

1 - Fundamental GIS concepts
1.1 - Definitions and generalities

1.2 - Geodesy : concepts of geographic and projected coordinate systems
1.3 - Spatial data types
1.4 - Metadata
1.5 - Map layout
1.6 - The GIS softwares on the market
1.7 - The data producers
1.8 - The online GIS
2 - Advanced spatial data analyses
2.1 - Project properties and its coordinate reference system (CRS)
2.2 - Addition of spatial data
2.3 - Digitization – creation of vector layers
2.4 - Field calculations
2.5 - Georeferencing
2.6 - Attribute and spatial queries
2.7 - Joints
2.8 - Layout – the print composer
3 - Geodatabases and data processing automation
3.1- Geodatabases
3.1.1 – Generalities
3.1.2 - SQL notions
3.1.3 - SpatiaLite
3.2 - Automation of data processing
3.2.1 - Batch processing
3.2.2 - The graphical modeler (model builder/ArcGIS)
3.2.3 - Python scripting

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

Esta unidade de ensino baseia-se nos conceitos introduzidos no SIG 1 e fornece uma visão geral completa de Funções SIG necessárias para realizar análises combinadas de conjuntos de dados espaciais na terra e ciências ambientais. Os conceitos básicos de SIG são apresentados na forma de palestras. Habilidades técnicas são desenvolvidas por treino prático usando exemplos concretos aplicados à Terra, planetas e Ciências ambientais.

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

This teaching unit builds upon concepts introduced in GIS 1 and provides a thorough overview of GIS functions required to perform combined analyses of spatial datasets in earth and environmental sciences. Fundamental GIS concepts are presented in the form of lectures. Technical skills are developed by hands-on training using concrete examples applied to earth, planetary, and environmental sciences.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este módulo é ministrado através da introdução e explicação de noções fundamentais e avançadas nos cursos teóricos e, em seguida, a aplicação dessas noções em sessões teórico-práticas de resolução de problemas usando um SIG. No final do módulo os alunos deverão apresentar um projeto onde apliquem os conhecimentos adquiridos a uma nova situação.

A avaliação contempla uma frequência (40%) e a resolução de problemas (60%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This module is taught by introducing and explaining the fundamental and advanced notions in the theoretical courses, and then applying these notions in problem solving practical sessions using a GIS. At the end of the module the students will need to present a project where they apply their acquired knowledge in a new situation.

Students' assessment is accomplished through a midterm exam (40%) and problems solving reports (60%).

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

As aulas teóricas fornecem os conhecimentos básicos necessários para completar as sessões práticas de SIG. Estas sessões fornecem ao aluno as habilidades técnicas necessárias para concluir a disciplina. O exame final e o projeto de resolução de problemas exigidos dos alunos no final da disciplina servem como verificação do cumprimento dos objetivos de aprendizagem.

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

Theoretical lectures explain the fundamentals required to carry out the problem solving sessions.
These sessions provide students with the technical tools required to conclude the course. The final exam and the problem solving tasks are required to determine the student's level of comprehension and achievement in the discipline.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The students will be provided a free access to the main journals of the discipline.

Mapa IV - Estágio

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estágio

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Internship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

GP

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

810

4.4.1.5. Horas de contacto:

O-42

4.4.1.6. Créditos ECTS:

30

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Olivier Bourgeois (O-14)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Olivier Verhoeven (O-14); Sabrina Carpy (O-14)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
- Adquirir, processar, analisar e interpretar dados científicos e técnicos
- Idealizar e/ou integrar projetos profissionais
- Levar a cabo e apresentar projetos em ambiente profissional
- Aplicar os conhecimentos teóricos individuais em contextos profissionais complexos
- Enquadrar o trabalho individual num contexto científico, técnico, industrial, económico ou social
- Levar a cabo apresentações escritas e orais em contextos profissionais
- Saber trabalhar de forma independente e integrado numa equipa
- Pôr em prática técnicas de pesquisa de emprego
- Associar-se a redes profissionais

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
- Acquire, process, analyze and interpret scientific and technical data - Define or be part of professional projects - Carry out and present projects in professional environments - Re-mobilize one's theoretical knowledge in complex professional contexts - Place one's work in a scientific, technical, industrial, economic or societal context - Make effective written and oral presentations in professional contexts - Work independently and as a team - Concretely apply job search techniques - Join professional networks

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Estágio em uma das 20 instituições do consórcio GeoPlaNet, ou outras instituições/laboratórios/empresas que, entretanto, integrem o conjunto de parceiros e que podem incluir startups. Os temas do projeto de investigação/tese de mestrado são sujeitos a aprovação por um comité conjunto de gestão do programa EMJM, integrando elementos das 3 universidades de UC, Ud'A e UN.

4.4.5. Syllabus:
Internship in one of the Institutes of the GeoPlaNet Consortium of 20 partners or on other associated partners, such as start-ups.
Topics for each student's Research project/ master thesis shall be agreed by a Joint Programme Management Committee,
involving the institutions of UC, Ud'A and UN.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O objetivo do estágio (5 a 6 meses) é introduzir o estudante à vida profissional, seja em investigação académica, indústria, ou administração. Pode ser realizado em qualquer estabelecimento (privado ou público) cuja atividade esteja ligada às Geociências Planetárias. O trabalho realizado durante o estágio será apresentado em relatório e defendido em provas públicas. As condições de realização do estágio são objeto de um acordo entre a Universidade, o estudante e a instituição de acolhimento, no qual estão indicados o tema do estágio, os nomes do orientador na instituição de acolhimento e do responsável académico na Universidade. O orientador na instituição de acolhimento enquadra o

trabalho do estudante. O orientador académico enquadra os procedimentos burocráticos e administrativos. A procura do trabalho de estágio é da responsabilidade do estudante, sendo que o projeto de estágio tem de ser validado pelo coordenador do programa de mestrado antes de assinado o acordo.

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

The purpose of the internship (5 to 6 months) is to introduce the student to professional life in academic research, industry, or administration. It can be carried out in any establishment (private or public) whose activity is linked to Earth and Planetary Sciences. The work carried out during the internship is presented in a report and defended. The internship is subject to an agreement between the University, the intern and the host organisation, in which are indicated the subject of the internship, the name of the professional supervisor and the of the university referent teacher. The professional supervisor manages the work of the intern. The referent teacher ensures the smooth running of the internship by guiding the student from the drafting of the internship agreement to the defence. Finding the internship is the responsibility of the student, and his internship project must be validated by the head of the Master program before signing the agreement.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Estágio, relatório, defesa.
Durante o estágio, o estudante será co-orientado por um docente de uma das 4 instituições: UC, Ud'A, UN ou UP
e um profissional da instituição de acolhimento.
Um acordo de estágio será redigido e estabelecido com a UN. O projeto de investigação/tese de mestrado será avaliado por um júri nomeado pelo comité conjunto de gestão do programa EMJM, com base num relatório escrito e numa defesa oral que terá lugar no final do quarto semestre.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Internship, report, defence.
During the Research project/ master thesis, the student shall be co-supervised by one academic from one of the 4 institutions UC, Ud'A, UN or UP and a professional from the Internship Host Institution. A traineeship agreement ("convention de stage") shall be prepared and established by UN. The Research project/ master thesis will be assessed by a Jury appointed by the JPMC on the basis of both a written report and an oral defence organised at the end of semester 4.

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

Antes do início do estágio, é redigido um contrato de estágio envolvendo o laboratório de acolhimento e o estudante, detalhando os objetivos do estágio e onde será garantida a coerência entre as atividades planeadas durante o estágio e o programa do mestrado.

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

A student agreement with detailed learning outcomes is written before the start of the internship in order to guarantee a coherence between the activities planned during the internship and the Master Program.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The students will be provided access to the relevant bibliography during the internship.

Mapa IV - Análise Laboratorial e Geofísica de Campo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Laboratorial e Geofísica de Campo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Lab Analyses and Field Geophysics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
Geo

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
108

4.4.1.5. Horas de contacto:
PL-35

4.4.1.6. Créditos ECTS:
4

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Yann Morizet (PL-12)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Donatienne Leparoux (PL-12); Antoine Bézos (PL-11)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Sintetizar num relatório dados químicos, mineralógicos e cristaloquímicos obtidos a partir da análise de rochas em laboratório.
Descrever quantitativamente o comportamento de sistemas naturais e os princípios das medições geofísicas, usando modelos matemáticos baseados na física.
Realizar análises aplicando um protocolo específico e processamento geofísico por intermédio de software numérico.
Interpretar análises por comparação dos resultados obtidos com os da literatura.
Utilização de software (EVA,RUFF) para interpretação de resultados por comparação com bases de dados químicos e mineralógicos.
Calcular fórmulas estruturais químicas de minerais e representá-las em diagramas ternários.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Synthesize in a report chemical, mineralogical and crystallochemical data obtained from laboratory rock analyzes.
Be able to quantitatively describe the behavior of natural systems and the principles of geophysical measurement using mathematical models based on physics.
Perform analyzes by applying a specific protocol and geophysical processing through numerical software.
Interpret analyzes by comparing the data obtained with those from the literature.
Use of software ((EVA, RUFF) to interpret the results by comparison with chemical and mineralogical databases.
Calculate structural chemical formulas of minerals and report them in ternary diagrams in order to identify them.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Espectroscopia de Raman
Mineralogia
Química
Geofísica de campo

4.4.5. Syllabus:

Raman spectroscopy
Mineralogy
Chemistry
Field geophysics

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

Este módulo combina métodos de análise teóricos e aplicados, no campo e em laboratório. No campo, esta competência pertence à Universidade Gustave Eiffel, através da supervisão das medições geofísicas de sub-superfície e a sua interpretação. No laboratório, utilizar-se-ão técnicas complementares que permitam a caracterização da petrologia, mineralogia, cristaloquímica, assim como química das rochas/minerais naturais ou sintéticos. Essas técnicas são a microscopia de varrimento, difração de raios-X, espectroscopia Raman e de infravermelho e, finalmente, ICPMS.

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

This UE combines theoretical and applied methods of analysis in the field and laboratory. In the field, this is an education provided by Université Gustave Eiffel in which geophysical measurements of sub-surface are performed in the field and interpreted. In the laboratory, the methods used are complementary techniques allowing to characterize petrology, mineralogy, crystallochemistry as well as rock / mineral chemistry natural or synthetic. These are scanning microscopy, X-ray diffraction, infrared and raman spectroscopy and finally ICPMS.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino deste módulo tem por base aulas teóricas e prática.
A componente prática envolve a utilização de equipamento de laboratório para caraterizar os materiais.

A avaliação contempla um projeto (100%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching are based on lectures and practicals. The practicals involve the use of laboratory equipments to characterize materials.

Student's assessment is accomplished through a project (100%).

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

Os métodos de ensino fornecem aos estudantes o conhecimento teórico e as competências de análise de dados.

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

The teaching methods provide the student with both the theoretical knowledge and the associated data analysis skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The students will be provided a free access to the main journals of the discipline.

Mapa IV - Processos da Superfície da Terra e de outros Planetas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Processos da Superfície da Terra e de outros Planetas

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Earth and Planetary Surface Processes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
GP

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
135

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-36, O-4

4.4.1.6. Créditos ECTS:
5

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Laetitia Le Deit (T-12, O-2)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Olivier Bourgeois (T-12); Sabrina Carpy (T-12, O-2)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Aplicar conceitos, modelos e métodos geológicos ao estudo de superfícies planetárias:
Reconhecer, analisar e interpretar sistemas terrestres e associações mineralógicas nas superfícies planetárias, com referência a modelos geológicos.

Avaliar a relevância dos dados observacionais, experimentais e dos modelos para a interpretação dos processos de superfície quer na Terra quer em outros corpos do Sistema Solar.
Determinar a idade das superfícies planetárias.
Produzir mapas mineralógicos, morfológicos e geológicos das superfícies planetárias.
Rever e criticar artigos científicos.
Escrever análises científicas críticas.
Fazer apresentações científicas orais

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

Apply geological concepts, theories and methods to the study of planetary surfaces:
- Recognise, analyse and interpret planetary surface landsystems and mineral assemblages, with reference to geological models.
- Assess the relevance of observational data, experimental data and models for the interpretation of surface processes on the Earth and other bodies of the Solar System.
- Determine planetary surface ages.
- Produce mineralogical, morphological and geological maps of planetary surfaces.
- Review and criticise scientific papers.
- Write critical scientific reviews.
- Give oral scientific presentations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Os principais processos responsáveis pela evolução das superfícies geladas e rochosas na Terra e em outros planetas e corpos do Sistema Solar:
-Processos de deformação e paisagens,
-Processos vulcânicos e paisagens,
-Processos de crateras de impacto e paisagens,
-Processos de erosão, transporte e sedimentação e paisagens,
-Processos e minerais de meteorização,
-Datação das superfícies planetárias,
-Cartografia mineralógica, morfológica e geológica das superfícies planetárias.

4.4.5. Syllabus:

The main processes that drive the evolution of icy and rocky surfaces on the Earth, Planets and other Bodies of the Solar System:
- deformation processes and landforms,
- volcanic processes and landforms,
- impact cratering processes and landforms,
- erosion, transport and sedimentation processes and landforms,
- weathering processes and minerals,
- dating planetary surfaces,
- mineralogical, morphological and geological mapping of planetary surfaces.

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

Esta unidade de ensino fornece uma visão geral completa dos processos responsáveis pela evolução das superfícies geladas e rochosas na Terra e em outros planetas e corpos do sistema solar. São apresentados os diferentes processos na forma de palestras (aulas teóricas) e são desenvolvidos conhecimentos técnicos por treino prático usando exemplos concretos aplicados à Terra, planetas e Ciências ambientais, de forma ao estudante poder aplicar à análise de novos dados recolhidos nas missões espaciais.

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

This teaching unit builds upon the main processes that drive the evolution of icy and rocky surfaces on the Earth, Planets and other Bodies of the Solar System. Fundamental concepts are presented in the form of theoretical lectures. Technical skills are developed by hands-on training using concrete examples applied to earth, planetary, and environmental sciences, in such a way as to make students prepared to analyse new data from spatial missions.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, revisões de literatura, leitura crítica de artigos científicos, apresentações escritas e orais, trabalho de laboratório.

Avaliação através de exame final (75%) e resolução de problemas (25%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures, literature reviews, critical reading of scientific papers, written and oral presentations, lab work.

Students' assessment through a final exam (75%) and a report on problems solving (25%).

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

As aulas teóricas fornecem os conhecimentos básicos necessários para completar as sessões práticas . Estas sessões fornecem ao aluno as habilidades técnicas necessárias para concluir a disciplina. O exame final e o projeto de resolução de problemas exigidos dos alunos no final da disciplina servem como verificação do cumprimento dos objetivos de aprendizagem.

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

Theoretical lectures explain the fundamentals required to carry out the problem solving sessions. These sessions provide students with the technical tools required to conclude the course. The final exam and the problem solving tasks are required to determine the student's level of comprehension and achievement in the discipline.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- H. Jay Melosh (2011) Planetary Surface Processes, Cambridge University Press, doi: 10.1017/CBO9780511977848

- The students will be provided a free access to the main journals of the discipline

Mapa IV - Comunicação em Investigação e Ciência

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Comunicação em Investigação e Ciência

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Science and Research communication

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

GC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
27

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP - 12; O - 4

4.4.1.6. Créditos ECTS:
1

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Bruno Jesus (TP - 4; O - 2)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Olivier Verhoeven (TP - 4; O - 2); Olivier Bourgeois (TP - 4)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Após completar o módulo, o estudante deverá estar apto a:
- Analisar qualquer tipo de publicação científica,
- Ser capaz de planear um trabalho de revisão,
- Ser capaz de resumir uma qualquer publicação científica,
- Ser capaz de apresentar um tópico de investigação, de forma condensada e clara,
- Ser capaz de procurar oportunidades de emprego na carreira de investigação e de concorrer a elas,
- Compreender o processo de comunicação e publicação de resultados científicos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
After completing this module the student will be capable of:
- Analyze any type of scientific publication
- Be capable of organizing a literature review
- Be capable of summarizing any type of scientific publication
- Be capable of presenting a research topic in a condensed and clear way
- Be capable of searching for research positions and applying for them
- Understanding the process of scientific communication and the publishing process.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1- O que são a ciência, uma hipótese científica e o método científico,
2- O universo das revistas científicas,

3- O sistema de revisão por pares e as métricas de impacto científico,
4- Critérios de autoria,
5- Escrever um artigo científico,
6- Comunicações orais e por poster,
7- Procura de lugares de investigação,
8- Gestão do processo e das condições de investigação.

4.4.5. Syllabus:

1 – What are science, scientific hypothesis and the scientific method
2 - The world of scientific journals
3 – The peer review system and the scientific impact metrics
4 – Authorship criteria
5 – Writing scientific papers
6 – Oral and poster presentations
7 – Looking for research positions
8 – Managing the research process and coping with the research environmental conditions.

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

O módulo introduz as diferentes atividades envolvidas na carreira de investigação, desde a procura de financiamento e o planeamento de projetos até à escrita e publicação de resultados. O foco principal do módulo incide nos princípios de análise e escrita científicas, mas outros aspetos relacionados são igualmente discutidos. É o caso da distinção entre tipos de revistas científicas, da qualidade científica, do conceito de autoria, de indústria de publicações científicas, fatores de impacto e métricas de citações, propostas de bolsas, apresentações orais.

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

The module introduces the different activities of a researcher; from looking for funding and planning research projects to writing and publishing the results. The main focus of the module is on the principles of scientific analysis and writing but all associated aspects are discussed, e.g., types of journals, scientific quality, authorship, the publishing industry, impact factor and citation metrics, grant proposals, and oral presentations.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método consiste em primeiro lugar transmitir a informação e depois interagir com os estudantes estimulando discussões em grupo sobre os tópicos apresentados. Dar-se-ão também exemplos de como melhorar a comunicação científica e como simplificar a linguagem escrita.

Métodos de avaliação:
Projeto: 50%
Outra: 50%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The main method is transmitting the information and then interacting with the students by stimulating group discussions around the presented topics. There are also several demonstrations on how to improve scientific communication and how to simplify written language.

Assessment methods:
Project: 50%
Other: 50%

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

A apresentação dos diferentes tópicos e a apresentação sistemática de bons e maus exemplos, proporcionará aos estudantes o enquadramento que permite que definam um referencial para boa comunicação científica. Este será um processo interativo, onde os estudantes colaboram para encontrar as melhores soluções. Uma vez as bases assimiladas, os estudantes serão convidados a escrever os seus próprios exemplos, de forma a consolidar os conceitos ensinados.

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

The presentation of the different topics and the systematic presentation of good vs bad examples supply the students with a framework to build their referential of what is good (scientific) communication. This is an interactive process where the students collaboratively work on finding the right solutions. Once the bases are set up we ask the students to write their own examples in order to consolidate the taught concepts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The students will be provided a free access to the main journals of the discipline.

Mapa IV - Programas de Exploração Espacial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programas de Exploração Espacial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Space Exploration Programmes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTE

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

semestral/semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

S-24

4.4.1.6. Créditos ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Olivier Verhoeven (S-8)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Sabrina Carpy (S-8); Olivier Witasse (S-8)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Conhecer os programas de exploração espacial em curso e os desafios científicos que se colocam. Identificar as muitas instalações associadas à preparação, desenho, implementação e gestão dos programas de exploração do espaço.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Knowledge of current space exploration programs and scientific challenges. Identify the many facilities associated to the preparation, design, implementation and management of space exploration programs.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
- História do sistema solar
- Estrutura e dinâmica de planetas e luas, a partir da informação recolhida nas missões espaciais
- Compreensão do modo de funcionamento dos projetos internacionais em ciências espaciais
- Desenho de projetos por grupos de alunos

4.4.5. Syllabus:
- History of the solar system.
- Structure and dynamics of planets and moons highlighted by space missions.
- Understanding of the operating modes of international space science projects.
- Project designed by student groups.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O objetivo desta disciplina é ilustrar um aspeto particular da aproximação científica, que é o desenvolvimento de programas internacionais de exploração do espaço, envolvendo orçamentos muito elevados e baseados na colaboração entre muitos cientistas. O exemplo das missões espaciais é utilizado para apresentar os objetivos e desafios nesses projetos internacionais mais importantes, assim como os resultados e avanços científicos atingidos. Será dada especial atenção às missões ou projetos dedicados ao estudo dos planetas rochosos e satélites, e/ou ao estudo das origens do sistema solar.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The aim of this module is to illustrate a particular aspect of the scientific approach which is the development of international space exploration programs involving large budgets and based on the collaboration of many scientists. The example of space missions is used to present the objectives and challenges of these major international projects, as well as the results and scientific advances they have achieved. Particular emphasis will be placed on the missions or projects that are dedicated to the study of rocky planets and satellites and /or to the study of the origins of our solar system.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Conferências e visita presencial ou virtual ao centro ESTEC,
assim como projetos de grupo em torno da concepção de uma missão espacial relacionada com o contexto atual

A avaliação contempla a realização de um projeto (100%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Conferences + on-site or virtual visits of the ESTEC center + project by group around the conception of a space mission related to space actuality.

Student's assessment is accomplished through a project (100%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os métodos de ensino utilizados proporcionam ao estudante inteirar-se das novidades mais recentes em programas de exploração espacial. A visita presencial ou virtual ao centro ESTEC, oferece aos estudantes a oportunidade única para descobrir as muitas infraestruturas associadas à preparação, desenho, implementação e gestão de programas espaciais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methods provide to the student the most recent news in space exploration programs. The on-site or virtual visit of the ESTEC center will offer the student a unique opportunity to discover the many facilities associated with the preparation, design, implementation and management of space exploration programs.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
The students will be provided a free access to the main journals of the discipline and related technical reports.

Mapa IV - Espetroscopia de Refletância de Asteroides

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Espetroscopia de Refletância de Asteroides

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Reflectance Spectroscopy of Asteroids

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
A

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-28; TP- 21

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Teresa Monteiro Seixas (T-14; TP-10.5)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Manuel António Salgueiro da Silva ((T-14; TP-10.5)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Após a conclusão desta unidade, os estudantes devem ser capazes de:
- Compreender os princípios de propagação, reflexão e absorção da luz em meios sólidos e particulados.
- Usar a teoria de Mie para partículas esféricas ou irregulares.
- Usar a teoria de Hapke para analisar espectros de refletância bidirecional de misturas minerais, meteoritos e asteroides, com o objetivo de estimar a correspondente mineralogia.
- Estimar albedos de asteróides a partir de espectros de refletância.
- Compreender as técnicas de espectroscopia de refletância e instrumentação.
- Aceder a dados espectrais de refletância de misturas minerais, meteoritos e asteróides em bases de dados espectrais abertas.
- Aplicar o Modelo Gaussiano Modificado para estimar parâmetros das bandas de absorção.
- Simular os efeitos do tamanho de partícula e meteorização espacial nos espectros asteroidais.
- Compreender a taxonomia de refletância dos asteróides e a ligação entre asteroides e meteoritos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Upon completion of this course, students should be able to:
- Understand the principles of light propagation, reflection and absorption in solid and particulate media.
- Use Mie´s theory to compute light scattering by perfect spheres or irregularly shaped particles.
- Use Hapke's theory to analyse bidirectional reflectance spectra of mineral assemblages.
- Estimate asteroid albedos from reflectance spectra.
- Understand reflectance spectroscopy measurement methods and instrumentation.
- Access reflectance spectral data of mineral assemblages, meteorites and asteroids from publicly available spectral databases.
- Analyse reflectance spectra using Hapke's theory to estimate the corresponding mineralogy.
- Apply the Modified Gaussian Model to retrieve information on absorption band's parameters.
- Simulate the effects of particle size and space weathering on asteroidal spectra.
- Understand the reflectance taxonomy of asteroids.
- Understand the links between asteroids and meteorites.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1. Ondas eletromagnéticas
- Propagação em diferentes meios
- Absorção em meios materiais
- Reflexão especular
- Reflexão difusa

2. Espalhamento de partícula única
- Teoria de Mie
- A aproximação de placa equivalente
- Extrapolação da teoria de Mie para partículas de forma irregular
- Funções empíricas de espalhamento
3. Transferência radiativa em meios particulados
- Teoria de transferência radiativa de Hapke
- Modelos de refletância bidirecional
4. Fotometria planetária
- Albedos
- Função fotométrica
5. Modelos de refletância de misturas
- Mistura areal
- Mistura íntima
6. Espectroscopia de refletância
- Métodos de medição e instrumentação
- Determinação de albedo e função de fase
- Determinação da composição mineral de misturas íntimas
- Efeitos do tamanho da partícula
- Efeitos da meteorização espacial
- Método Gaussiano Modificado
7. Espectros de refletância de asteróides e meteoritos
- Taxonomia de refletância de asteróides
- Ligações asteróide-meteorito

4.4.5. Syllabus:

1. Electromagnetic waves
- Propagation in different media
- Absorption in material media
- Specular reflection
- Diffuse reflection
2. Single-particle scattering
- Mie’s theory
- The equivalent slab approximation
- Extrapolation of Mie’s theory for irregularly shaped particles
- Empirical scattering functions
3. Radiative transfer in particulate media
- Hapke’s radiative transfer theory
- Bidirectional reflectance models
4. Planetary photometry
- Albedos
- Photometric function
5. Reflectance mixing models
- Areal mixtures
- Intimate mixtures
6. Reflectance spectroscopy
- Measurement methods and instrumentation
- Determination of albedo and phase function
- Determination of mineral composition of intimate mixtures
- Effects of particle size

- Space-weathering effects
- Modified Gauss method
7. Asteroid and meteorite reflectance spectra
- Reflectance taxonomies of asteroids
- Asteroid-meteorite links

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O conteúdo programático permite cobrir os tópicos essenciais e os mais importantes na área da Espectroscopia de Refletância de Asteroides. Para além da descrição qualitativa e quantitativa das teorias e métodos abordados, é dada particular relevância à apresentação de exemplos de aplicação prática dos mesmos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The programm contents cover both the essential and the most important topics in the field of Reflectance Spectroscopy of Asteroids. In addition to the qualitative and quantitative description of the theories and methods covered, special emphasis is given to the presentation of examples of their practical application.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Os conteúdos de aprendizagem são apresentados e discutidos em aulas teóricas (2 horas / semana). Nas aulas teórico-práticas (1,5 horas / semana), os estudantes deverão resolver os problemas propostos. Serão fornecidos conjuntos de problemas semanais sobre todos os tópicos relevantes.

A avaliação contempla um exame (40%) e um projeto (60%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Learning contents are presented and discussed in lecture classes (2 hours/week). In problem solving classes (1.5 hours/week), students are expected to solve proposed problems. Weekly problem sets will be provided covering all relevant subjects.

Students' assessment is accomplished through an exam (40%) and a project (60%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As metodologias de ensino adotadas nas aulas teóricas e teórico-práticas são complementares e visam reforçar a aprendizagem através da combinação da exposição oral dos conteúdos e exemplos de aplicação com a resolução de problemas.
Sendo a formação multifacetada com componentes tanto de raciocínio formal na compreensão das teorias e métodos e na elaboração das soluções dos problemas propostos, como de raciocínio prático na aplicação a casos concretos, o incentivo à participação ativa dos estudantes durante as aulas é crucial para uma aprendizagem ativa e efetiva da matéria lecionada.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodologies adopted in the lecture and problem solving classes are complementary and aim to reinforce learning by combining the oral exposure of the contents and application examples with problem solving.
Since the training is multifaceted with components of both formal reasoning in understanding the theories and methods and in the elaboration of solutions to the proposed problems, as well as practical reasoning in the application to real cases, the encouragement of active participation of students during classes is crucial for an active and effective learning of taught subjects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
1. Theory of Reflectance and Emittance Spectroscopy (2nd ed.), B. Hapke, Cambridge University Press, 2012.
2. Asteroids II (Space Science Series), Edited by R. Binzel, T, Gehrels, and M. Matthews, University of Arizona Press, Tucson, 1989.
3. Asteroids III (Space Science Series), Edited by W. Bottke, A. Cellino, P. Paolicchi, and P. Binzel, University of Arizona Press, Tucson, 2002.
4. Asteroids IV (Space Science Series), Edited by P. Michel, F. E. DeMeo, and W. Bottke, University of Arizona Press, Tucson, 2015.
5. Articles on reflectance spectroscopy of mineral assemblages, meteorites and asteroids.

Mapa IV - Métodos Computacionais Aplicados à Geofísica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Métodos Computacionais Aplicados à Geofísica

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Computational Methods Applied to Geophysics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
Geo

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-28; TP-21

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Manuel António Salgueiro da Silva (T-14; TP-10.5)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Teresa Monteiro Seixas (T-14; TP-10.5)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Após a conclusão desta unidade curricular, os estudantes serão capazes de:
- Compreender os princípios físicos básicos dos métodos geofísicos.
- Compreender os métodos numéricos aplicáveis aos métodos geofísicos.
- Analisar séries temporais.

- Resolver numericamente equações diferenciais parciais usando diferenças finitas.
- Formular e implementar métodos de modelação e inversão para a resolução de problemas geofísicos.
- Escrever scripts Python claros e eficientes em arquiteturas de computação série ou paralela.
- Usar módulos Python de código aberto para aplicações geofísicas.

Competências secundárias:
- Competências em física e computação para resolver problemas.
- Autonomia para aprender e articular conceitos.
- Capacidade de pesquisar e usar bibliografia especializada.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Upon completion of this course, students will be able to:
- Understand the basic physical principles of geophysical methods.
- Understand the numerical methods applicable to geophysical methods.
- Analyse time series.
- Numerically solve partial differential equations using finite-differences.
- Formulate and implement modelling and inversion methods for the solution of geophysical problems.
- Write clear and efficient Python scripts in serial or parallel computing architectures.
- Use open source Python modules for geophysical applications.

Secondary skills:
- Physics and computational skills to solve problems.
- Autonomy to learn and articulate concepts.
- Ability to search and use specialized bibliography.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1. Python para geofísica
- Introdução ao Python
- Ferramentas de visualização de dados geofísicos
- O ecossistema SciPy
- Processamento rápido de arrays
- Computação paralela
- Módulos Python para Geociências
2. Análise de séries temporais
- Análise de espectros
- Processamento de séries temporais
- Análise de séries temporais com Pandas
3. Solução de diferenças finitas de equações diferenciais parciais
- Discretização por diferenças finitas
- Aplicação à propagação de calor
- Aplicação à propagação de ondas
4. Métodos de inversão
- Estimação linear de parâmetros
- Inversão não linear
5. Modelação e inversão com módulos Python de código aberto
6. Modelação e invers gravimétrica
- Modelação de anomalias gravimétricas
- Inversão gravimétrica
7. Modelação e inversão geoelétrica

- Modelação 2D de sondagem de resistividade elétrica
- Inversão tomográfica de resistividade elétrica 2D
8. Modelação e inversão sísmica
- Modelação 1D, sismogramas sintéticos
- Sismologia de reflexão e refração

4.4.5. Syllabus:
1. Python for Geophysics
- Introduction to Python
- Visualization tools for geophysical data
- The SciPy ecosystem
- Fast array processing
- Parallel computing
- Python modules for Geosciences
2. Time series analysis
- Practical estimation of spectra
- Processing of time sequences
- Time series analysis with Pandas
3. Finite-differences solution of partial differential equations
- Finite-differences discretization
- Application to heat flow
- Application to wave propagation
4. Inversion methods
- Linear parameter estimation
- Nonlinear inverse problems
5. Modelling and inversion with open source Python modules
6. Gravimetric modelling and inversion
- Modelling of gravimetric anomalies
- Gravimetric inversion
7. Geoelectric modelling and inversion
- 2D Modelling of electrical resistivity sounding
- 2D electrical resistivity tomographic inversion
8. Seismic modelling and inversion
- 1D Modelling, synthetic seismograms
- Reflection and refraction seismology

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O conteúdo programático permite cobrir os métodos computacionais essenciais e os mais importantes na área da Geofísica. Para além da descrição qualitativa e quantitativa dos diversos métodos computacionais abordados, é dada particular relevância à apresentação de exemplos de aplicação prática dos mesmos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The programm contents cover both the essential and the most important computational methods in Geophysics. In addition to the qualitative and quantitative description of the various computational methods covered, special emphasis is given to the presentation of examples of their practical application.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Os conteúdos de aprendizagem são apresentados e discutidos em aulas teóricas (2 horas / semana). Nas aulas supervisionadas de laboratório de informática (1,5 horas / semana), os estudantes deverão formular as soluções dos problemas propostos e implementá-las na forma de scripts Python. Serão fornecidos conjuntos de problemas semanais e exercícios de computador.

A avaliação contempla um projeto (60%) e a resolução de problemas (40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Learning contents are presented and discussed in lecture classes (2 hours/week). In supervised computer laboratory classes (1.5 hours/week), students are expected to formulate the solutions of proposed problems and implement them in the form of Python scripts. Weekly problem sets and computer exercises will be provided.

Students' assessment is accomplished through a project (60%) and problems solving reports (40%).

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

As metodologias de ensino adotadas nas aulas teóricas e de laboratório de informática são complementares e visam reforçar a aprendizagem através da combinação da exposição oral dos conteúdos e exemplos de aplicação com a supervisão da implementação de scripts Python na resolução de problemas propostos.
Sendo a formação multifacetada com componentes de raciocínio formal na compreensão dos métodos e na elaboração das soluções dos problemas propostos e de raciocínio prático na implementação de scripts Python, o incentivo à participação ativa dos estudantes durante as aulas é crucial para uma aprendizagem ativa e efetiva da matéria lecionada.

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

The teaching methodologies adopted in the lecture and computer laboratory classes are complementary and aim to reinforce learning by combining the oral exposure of the contents and application examples with the supervision of the implementation of Python scripts in solving proposed problems.
Since the training is multifaceted with components of formal reasoning in understanding the methods and in the elaboration of solutions to the proposed problems, and practical reasoning in the implementation of Python scripts, the encouragement of active participation of students during classes is crucial for an active and effective learning of taught subjects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Fundamentals of Geophysics, W. Lowrie, Cambridge University Press, 2007.
2. Field Geophysics, J. Milsom, Wiley, 2011.
3. Introduction to Seismology, P. Shearer, Cambridge University Press, 2009.
4. An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure, S. Stein and M. Wysession, Wiley-Blackwell, 2002.
5. Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory, W. Menke, Academic Press, 2018.
6. Univariate Time Series in Geosciences, Theory and Examples, H, Gilgen, Springer-Verlag, 2006.
7. Introduction to Numerical Geodynamic Modelling, T. V. Gerya, Cambridge University Press, 2010.
8. Pythonic Geodynamics, Implementations for Fast Computing (Lecture Notes in Earth System Sciences), Gabriele Morra, Springer, 2018.
9. Computational Methods for Geodynamics, A. Ismail-Zadeh and P. Tackley, Cambridge University Press, 2010.
10. Parameter Estimation and Inverse Problems, 3rd edition, Richard C. Aster, Brian Borchers and Clifford H. Thurber, Elsevier, 2018.

Mapa IV - Geologia Planetária

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Geologia Planetária

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Planetary Geology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

GP

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-30; PL-30

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Goro Komatsu (T-30; PL-30)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os estudantes ficarão familiarizados com os principais resultados da investigação no campo da geologia planetária no Sistema Solar. Aprenderão que os avanços nessas pesquisas também nos ajudarão a compreender o sistema terrestre.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Students will become familiar with major research results obtained in the field of planetary geology of the Solar System. They will also learn that advances in such researches will also help us understand the Earth system.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
As ciências geológicas não limitam o seu campo de ação ao estudo da Terra. Qualquer planeta, caraterizado por uma superfície sólida, pode ser estudado os princípios e os fundamentos da Geologia, para se compreender os seus processos e a sua história. Esta unidade curricular oferece uma introdução abrangente dos estudos de geologia planetária desenvolvidos nos últimos 60 anos. Os corpos planetários a serem abordados incluem Mercúrio, Vénus, Lua, Marte, luas geladas, asteróides, cometas, objetos da cintura de Kuiper e planetas extra solares. O leque de disciplinas a serem referidas incluem a geomorfologia, a sedimentologia, a vulcanologia, a tectónica e a perda de massa. Muitos dos processos geológicos abordados serão discutidos em conjunto com numerosos exemplos de análogos terrestres.

4.4.5. Syllabus:

Geological sciences do not limit their field of interest to the study of Earth. Any planet, characterized by a solid surface, can be studied using the principles and fundamentals of geology, to understand its processes and history. The course offers a comprehensive introduction of planetary geology studies developed over the last 60 years. The planetary bodies to be covered include Mercury, Venus, Moon, Mars, icy moons, asteroids, comets, Kuiper-belt objects, and extrasolar planets. The range of disciplines to be covered include geomorphology, sedimentology, volcanology, tectonics and mass wasting. Many of the geological processes referred in the course are discussed together with ample examples of terrestrial analogs.

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

Trata-se de uma unidade curricular introdutória que proporciona uma visão geral da geologia planetária como hoje a conhecemos e que proporcionará a passagem para a investigação dos processos geológicos de corpos planetários individuais. Cada corpo planetário é discutido em termos dos processos geológicos que ocorreram ou que ocorrem atualmente. O recurso a exemplos de análogos terrestres é fundamental para associar os princípios geológicos conhecidos para a Terra e aplicá-los às paisagens planetárias. Por outro lado, permitirá aos estudantes compreender a importância dos sistemas terrestres.

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

This is an introductory course intended to give an overview of planetary geology as we know of today and the course will provide passage to research of individual planetary body or geological processes. Each planetary body is discussed for different types of geological processes to have operated or to be operating today. Examples of terrestrial analogs illustrated during the course are fundamental in connecting the principles of geology we know from the Earth and applicable to planetary landscapes. This in turn help students understand the importance of the Earth system.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas presenciais, discussão e trabalho de leitura. As palestras apresentam uma visão geral dos processos geológicos e dos corpos planetários importantes no Sistema Solar. Incentiva-se a discussão entre o professor e os alunos, e entre os alunos. Alguma bibliografia selecionada será introduzida como trabalho de leitura.

A avaliação contempla um exame final (100%).
O exame final será realizado sob a forma de apresentação oral de um tema escolhido pelo aluno e deverá estar relacionado com a geologia planetária. O exame final julgará o aluno em termos do progresso na aprendizagem dos diferentes tópicos lecionados e da capacidade de selecionar um tema adequado, adicionar interpretação original e preparar e fazer uma apresentação de nível profissional. Outros elementos a serem considerados incluem a frequência e a participação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Frontal lectures, discussion and reading assignment. The lectures overview important geological processes and planetary bodies in the Solar System. The course encourages discussion between the lecturer and students, and among students. Some selected bibliography will be introduced as the reading assignment.

Students' assessment is accomplished through a final exam (100%).
The final exam will be conducted as oral presentation of a topic selected by the student and it should be related to planetary geology. The final exam will judge the student in terms of the progress in learning of the course's subjects, and of the capacity to select a proper topic, add original interpretation and prepare and give a professional-level presentation. Other elements of consideration include attendance and participation during the course.

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

O método de ensino adotado é uma maneira eficaz de transmitir uma grande quantidade de informação necessária para se familiarizar como campo da geologia planetária. O encorajamento à discussão é fundamental para fomentar o pensamento crítico. O trabalho de leitura fornece a oportunidade de aprender diretamente a partir de publicações científicas

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

The teaching method of the course is an effective way to deliver a large amount of information necessary to be covered for becoming familiar with the field of planetary geology. The encouraged discussion is essential training for fostering critical thinking. The reading assignment provides opportunity for learning directly from scientific publications.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Scientific articles introduced during the lectures./ Artigos científicos que serão fornecidos durante as aulas.

Mapa IV - Cartografia e Processamento de Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Cartografia e Processamento de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Mapping and Data Processing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
GP

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-30; PL-30

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Monica Pondrelli (T-30; PL-30)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Aprender a ferramenta para encontrar, compreender e processar os dados necessários para construir um mapa geológico planetário.
Aprender os procedimentos técnicos e científicas para construir um mapa geológico planetário.

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

Learn the tool to find, understand and process the data necessary to realize a planetary geological map.
Learn the technical as well as the scientific skills to realize a planetary geological map.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

PDS Geosciences Node Orbital Data Explorer (ODE): footprint e pesquisa de dados.
Outras ferramentas.
Material de Acompanhamento.
Processamento de dados: ISIS (software integrado para imageadores e espectrómetros).
Instalação e comandos básicos; exemplos de processamento de dados com diferentes missões.
Cartografia. Nomenclatura. Sistemas de coordenadas e projeções.
Produção de DEM: NASA AMES Stereo Pipeline.
Instalação e comandos básicos; seleção de dados para processamento estéreo; exemplos de processamento de dados com diferentes missões.
Integração SIG.
Protocolos de cartografia planetária.
Cartografia Geológica Planetária: resolução diferente dos dados; cartografia geológica vs cartografia geomorfológica. Escala de trabalho.
Definição de um estratótipo. Relações estratigráficas e seu significado. Definição dos atributos cartográficos.
Contagem de crateras
Elaboração de um mapa geológico.
Elaboração das Informações acessórias: Legenda; Seções geológicas; Esquemas estratigráficos.

4.4.5. Syllabus:

PDS Geosciences Node Orbital Data Explorer (ODE): footprint and data search.
Other tools.
Accompanying Material.
Data processing: ISIS (Integrated Software for Imagers and Spectrometers).
Installation and basic commands; examples of data processing with different missions.
Cartography. Nomenclature. Coordinate systems and projections.
DEM production: NASA AMES Stereo Pipeline.
Installation and basic commands; data selection for stereo processing; examples of data processing with different missions.
GIS Integration.
Planetary cartography protocols.
Planetary Geological Mapping: data different resolution; geological mapping vs geomorphological mapping. Scale of work.
Definition of a stratotype. Stratigraphic relations and their meaning. Definition of the mapping attributes.
Crater counting
Realization of a geological map.
Realization of the accessory Information: Legend; Geological sections; Stratigraphic schemes.

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

A primeira parte do programa é dedicada à aquisição de competências técnicas que levarão à preparação de um projeto baseado em SIG com diferentes conjuntos de dados. Os alunos aprenderão como e onde procurar dados, a natureza e o significado desses dados e como tratá-los em formato SIG para fins científicos. Para testar essas competências, os alunos desenvolverão o seu projeto de trabalho selecionando uma área de estudo, identificando, baixando e processando os conjuntos de dados disponíveis. A segunda parte do programa é dedicada à eleboração de um mapa geológico/geomorfológico. Os dados serão integrados num sistema SIG. Os protocolos de cartografia da USGS serão avaliados para identificar a eventual consistência com o projeto. O estudante definirá as unidades, lineares e poligonais a serem cartografadas, caracterizando um estratotipo para cada uma delas e para as suas relações estratigráficas, que constituirão a base para escrever os atributos cartográficos.

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

The first part of the syllabus is devoted to the acquisition of the technic skills that will lead to the preparation of a GIS-based project with different datasets. The students will learn how and where to look for data, the nature and meaning of these data and how to treat them in order to have the GIS-ready data needed for science purposes.
In order to test these skills, the students will develop their work project by selecting a study area, identifying, downloading, and processing the available datasets.
The second part of the syllabus is devoted to the realization of the geological/geomorphological map. Data will be integrated in a GIS system. The USGS existing mapping protocols will be evaluated in order to identity the eventual consistency with the project. The student will define the units, linear and polygonal, to be mapped by characterizing a stratotype for each of them and for their stratigraphic relations, which will be the base to write the mapping attributes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição dos conceitos básicos. Exercícios práticos com a elaboração de um projeto cartográfico, desde a fase de seleção de dados até à preparação de um mapa geológico.

A avaliação contempla ou um exame final (100%) ou o conjunto de uma frequência (10%) + uma tarefa de resolução de problemas (10%) + trabalho de investigação (30%) + trabalho de síntese (10%) + trabalho laboratorial ou de campo (40%).

A avaliação será feita de acordo com os seguintes passos:
-Elaboração de um projeto de cartografia geológica, que abrange:
-Escolha da área de estudo
-Conhecimento dos contextos geográfico e geológico
-Processamento de dados
-Elaboração do mapa geológico
-Elaboração de secções geológicas
-Elaboração de esquemas estratigráficos

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classroom-taught lecture for the basic principles. Practical exercises with the realization of a cartographic project from the data selection phase up to the geological map preparation.

Students' assessment is accomplished either through a final exam (100%) or a set of tests consisting in a midterm exam (10%) + problem resolving reports (10%) + a research work (30%) + synthesis work (10%) + fieldwork or laboratory work (40%).

The assessment will occur according to the following steps:
- Realization of a geological mapping project through the following steps:
- Choice of the study area
- Realization of the geographical and geological contexts
- Data processing
- Geological Map preparation
- Geological section preparation
- Stratigraphic schemes preparation

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

Através da construção de materiais pelos estudantes durante a parte técnica (conjunto de dados SIG) e geológica (mapa geológico e informação acessória) do curso.

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

Through the materials produced by the students during the technic (GIS-ready dataset) and the geological (geological map and accessory information) parts of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Scientific articles introduced during the lectures.

Mapa IV - Materiais Planetários

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Materiais Planetários

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Planetary Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
GP

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-30; TP-30

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Brent Poe (T-30; TP-30)

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

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

Desenvolver uma ampla compreensão dos meteoritos em termos da sua química, geoquímica de isótopos e mineralogia. Entender os ambientes, processos de formação e diferenciação durante a formação de meteoritos,planetesimais, asteróides e planetas. Conhecimento dos principais métodos usados no estudo de materiais planetários.

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

Develop a broad understanding of meteorites in terms of their chemistry, isotope geochemistry and mineralogy. Understand the environments, processes of formation and differentiation during the formation of meteorites, planetesimals, asteroids and planets. Knowledge of the principle methods used in the study of planetary materials.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Big Bang. O sol. Primeiros 100 milhões de anos. O disco estelar e as eras telúricas. Acreção e diferenciação - formação do núcleo, atmosferas iniciais. Isótopos. Radiogenesis. Modos de deterioração. Fracionamento isotópico. Elementos pesados. Nucleosíntese. Modelo de disco nebular solar. Acreção 3-D. Espectrometria de massa e suas aplicações. Radioisótopos de curta duração. Quedas / achados. Estatísticas. Classificação. Condritos C - classes. Primeiros estudos - Prior, Urey-Craig, Anders. CI, CM, CR, CO, CV, CK, índices petrográficos de CH, graus petrológicos. SEM e TEM. Mineralogia dos condrulos. Nucleação e crescimento. Espectroscopia Mossbauer. Teoria do campo cristalino. CAI, REE, L condritos. Choque. Gases nobres. Difusão. Condritos H e E. Exposição aos raios cósmicos. Condritos R e K. Achondrites, Vesta e HED. Ureilitas, aubritas, braquinitas. Meteoritos lunares e marcianos, SNC. Palasitas, mesosideritas, grupos de ferro. Modelos de formação de núcleo, cinturão de asteróides.

4.4.5. Syllabus:

Big bang. The Sun. First 100 Ma. Stellar Disk and Telluric eras. Accretion and differentiation - core formation, early atmospheres. Isotopes. Radiogenesis. Decay modes. Isotopic fractionation. Heavy elements. Nucleosynthesis. Solar Nebular Disk Model. 3-D Accretion. Mass spectrometry and its applications. Short-lived radioisotopes. Falls/Finds. Statistics. Classification. C chondrites - classes. Early studies - Prior, Urey-Craig, Anders. CI, CM, CR, CO, CV, CK, CH petrographic indices, petrologic grades. SEM and TEM. Chondrule mineralogy. Nucleation and growth. Mossbauer spectroscopy. Crystal field theory. CAI, REE, L chondrites. Shock. Noble gases. Diffusion. H and E chondrites. Cosmic ray exposure. R and K chondrites. Achondrites, Vesta and HED. Ureilites, aubrites, brachinites. Lunar and martian meteorites, SNC. Pallasites, mesosiderites, iron groups. Core formation models, the asteroid belt and types, H2O on Earth.

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

Uma parametrização rigorosa de grupos de meteoritos com base em características químicas, mineralógicas e isotópicas é a base do curso. Com este conhecimento o aluno será capaz de racionalizar a possível origem e história do material meteorítico, incluindo a acreção e a diferenciação dos corpos parentais, os seus ambientes térmicos e químicos e os processos que podem ter ocorrido como eventos de choque, alteração e metamorfismo. O curso também inclui uma introdução a vários métodos analíticos e experimentais comuns ao estudo de meteoritos.

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

A rigorous parameterisation of meteorite groups based on chemical, mineralogical, and isotopic characteristics is the basis of the course. With this knowledge the student is able to rationalise possible origin and history of meteoritic material, including accretion and differentiation of parent bodies, their thermal and chemical environments and the processes that may have occurred such as shock events, alteration and metamorphism. The course also includes introduction to several analytical and experimental methods common to the study of meteorites.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino frontal/presencial, recorrendo a powerpoint.

A avaliação contempla um exame oral (67%) e um projeto com apresentação oral (37%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Frontal teaching with use of powerpoint presentations.

Students' assessment is accomplished through an oral exam (67%) and a project with oral presentation (37%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O ensino frontal é necessário para fornecer ao aluno uma abundância de informações na forma gráfica e fotográfica. A raridade das amostras de meteoritos, especialmente aquelas fora dos grupos condríticos, impede qualquer método de ensino "prático" eficaz.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Frontal teaching is necessary in order to provide the student with an abundance of information both in graphical and photographical form. The rarity of meteorite samples, particulary of those outside of the chondritic groups prevents any effective "hands on" teaching methods.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
- Planetary Materials (1998), Reviews in Mineralogy vol. 36, Mineralogical Society of America, ISBN 0-939950-46-4

Mapa IV - Trabalho de Campo em Análogos Planetários

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Trabalho de Campo em Análogos Planetários

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Planetary Analogues Field Work

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
GP

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-30; PL-30

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Gian Gabriele Ori (T-30; PL-30)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Conhecimento e experiência em i) tratamento de dados planetários de Marte (de satélites artificiais, módulos de aterragem, veículos de superfície); ii) estudo das rochas e ambientes sedimentares a partir de dados de deteção remota; iii) reconstrução da evolução geológica de ambientes sedimentares e sequências. Proporcionar deste modo aos estudantes um background sólido na análise de dados de missões espaciais, na definição dos objetivos científicos de missões de exploração do sistema solar e na identificação dos melhores locais de aterragem.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Provide to the student knowledge and experience on: i) working with planetary data (from orbiter, lander and rover) on Mars; ii) interpreting rocks and sedimentary environments from remote sensing data; iii) reconstructing the geological evolution of sedimentary environments and sequences. This will give to the student a great background on the analysis of mission data (both in orbit and in situ), on the definition of scientific objectives in the Solar System exploration at large and on the analysis of landing sites in different planetary bodies.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
O curso tem uma componente prática principal, que consiste em 7-10 dias de trabalho de campo em ambientes análogos ao marciano, em Espanha (depósitos fluviais). Durante o trabalho de campo o estudante descreverá depósitos fluviais, estruturas sedimentares, geometrias interna e externa de corpos sedimentares, relações estratigráficas, superfícies sedimentares, processos de subsuperfície. Em seguida o estudante identificará as possíveis semelhanças e diferenças com corpos sedimentares em Marte.

4.4.5. Syllabus:
The course is highly practical consisting in 7 – 10 days of field work on Martian analogue environments in Spain (fluvial deposits). During the field work the student will describe fluvial deposits, the sedimentary structures, the internal and external geometries of the sedimentary bodies, the stratigraphic relationships , sedimentary surfaces, subsurface and related processes. Then, the student will identify the possible similarities and differences with sedimentary bodies on Mars.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O estudante será capaz de investigar a superfície de planetas sujeitos a processos exogénicos e com formação de ambientes sedimentares. Para isso basear-se-á na análise comparativa de diferentes processos em Marte e Titã, partindo da Terra que representará o modelo de referência.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The student will be able to investigate the surface of planetary bodies with exogenic processes and with the formation of the sedimentary environments. This will be based on the comparative analysis of the different processes on Mars and Titan, starting from the Earth that will be used as reference model.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O curso terá simultaneamente aulas teóricas e práticas. No primeiro caso serão transmitidos e explicados os conceitos e métodos envolvidos na análise de ambientes sedimentares, os processos associados e a sua variabilidade no sistema solar. No segundo caso recorre-se a uma aproximação prática com aulas em laboratório e no campo.

A avaliação contempla mini testes (20%), relatório de resolução de problemas (70%) e trabalho laboratorial ou de campo, concretamente serão avaliadas as notas recolhidas em trabalho de campo (10%).
Quanto ao relatório a apresentar, deverá incidir sobre um aspeto particular da sedimentação em planetas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course will consist of a mix of theoretical classes and practical training. The former mode will deal with the explanation of concepts and methods involved in the analysis of sedimentary environments, their processes and this variability in the Solar Systems. The latter mode will consists of a practical approach where the students will be able to learn through experiencing the work on real cases both in lab and the field.

Students' assessment is accomplished through tests (20%), problem solving report (70%) and fieldwork, through evaluation of field notes (10%).
As to the report, the student will have to provide an assessment of a particular aspect of the sedimentation on Planets .

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

O estudante ficará preparado para relacionar as observações de deteção remota com a exploração de superfície de planetas. Ficará familiarizado com o processo de aquisição de dados em exploração planetária, a partir de módulos em órbita ou de módulos de aterragem. Os estudantes obterão informação relevante a partir de várias atividades pedagógicas envolvendo a recolha de dados e a sua representação em mapas e outros sistemas de viisualização, interpretação de dados geológicos e planetologia comparada.

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

The course will allow the student to link the remote sensing observations with surface exploration. They will understood the value of their work performed on orbital data, as well as will learn how to inteprete orbital data and matching them with geological models. The "analogue experience" is extremely useful to students in order to understand the process of collecting and interpreting data from planetary exploration that is basically from orbital data and surface landers/rovers.This method is linked with a number of teaching activities involving data collection and rendering of them in maps and other visual systems, in interpretation of geological data and comparative planetology.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Readings H.G.,1996, Sedimentary Environments, 668 pp. Blackwell
- James N.P. and Dalrymple R.W., Facies Models 4, 453 pp., GeologicalAssociation of Canada
- Several papers provided during the teaching

Mapa IV - Sedimentologia Comparativa

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sedimentologia Comparativa

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Comparative Sedimentology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Geo

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

semestral/semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-30; PL-30

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Obrigatória

4.4.1.7. Observations:
Required

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Gian Gabriele Ori (T-30; PL-30)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular proporcionará a capacidade de observar, descrever e interpretar os diferentes ambientes sedimentares nos Satélites e Planetas onde a presença de uma atmosfera permite a ocorrência de processos exógenos de superfície. O Sistema Solar apresenta uma grande variabilidade em termos de processos externos e o aluno será capaz de compreender as variáveis que controlam os padrões de sedimentação. O conhecimento adquirido fornecerá ao aluno capacidades científicas, mas também contribuirá para que desempenhe um papel no planeamento de missões de superfície planetárias e no controle de operações de superfície.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The course will provide the capability of observing, describing and interpreting the different sedimentary environments in the Satellites and Planets where the presence of an atmosphere allows surface exogenic processes. The Solar System exhibits a huge variability in terms external processes and the student will be able to understand the variables controlling the sedimentation patterns. The acquired knowledge will provide the student with scientific capabilities, but will contribute to play a role in the planning of planetary surface missions and in controlling surface operations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Serão abordados os seguintes items: processos de sedimentação: clásticos, químicos, bioquímicos na Terra, Marte e Titan. Processos de sedimentação em outros corpos planetários.
Ambientes de sedimentação na Terra, Marte e Titan com especial atenção para os contextos continentais (aluvionares, lacustres), costeiros e deltaicos. Rochas sedimentares e registo rochoso em diferentes corpos planetários: o domínio da subsidência e das bacias e mecanismos de afundimento na ausência de tectónica de placas. Procura de vida e de paleovida em Marte. Locais de pouso e missões robóticas. Operação humana e robótica em Marte e na Lua. Processos sedimentares mecânicos e ambientes sedimentares: eólico, fluvial, glaciar, costeiro, deltáico. Sedimentação biologicamente induzida.

4.4.5. Syllabus:
The course will deal with the following items: Processes of sedimentation: clastic, chemical, biochemical on Earth, Mars and Titan. Process of sedimentation in other planetary bodies
Sedimentary environments on Earth, Mars and Titan with special attention to continental (alluvial, lacustrine), coastal and deltaic settings. Sedimentary rocks and the rock record in different planetary bodies: the realms of subsidence, basins and the source to sink approach in absence of plate tectonics. The search for life and paleo-life on Mars.Landing sites of robotic missions. Human and robotic operation on Mars and Moon.
Mechanical sedimentary processes, sedimentary environments: aeolian, fluvial, glacial, coastal, deltaic. Biological-induced sedimentation.

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

O aluno será capaz de investigar a superfície dos corpos planetários com processos exogênicos e com a formação dos ambientes sedimentares. Isso irá basear-se na análise comparativa dos diferentes processos em Marte e Titã, partindo da Terra que será usada como modelo de referência.

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

The student will be able to investigate the surface of planetary bodies with exogenic processes and with the formation of the sedimentary environments. This will be based on the comparative analysis of the different processes on Mars and Titan, starting from the Earth that will be used as reference model.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Misto de aulas teóricas e práticas. As aulas teóricas tratarão da explicação de conceitos e métodos envolvidos na análise de ambientes sedimentares, seus processos e sua variabilidade no Sistema Solar. As aulas práticas consistirão numa abordagem prática, onde os alunos serão capazes de aprender através da experiência em trabalhar com casos reais, tanto no laboratório como no campo.

A avaliação contempla mini testes (20%), relatório (70%) e trabalho de campo (10%).
Os mini testes incidem sobre partes da matéria, o relatório deverá o provide abordar um aspeto particular
da sedimentação em planetas e relativamente ao trabalho de campo, serão avaliadas as notas escritas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course will consist of a mix of theoretical classes and practical training. The former mode will deal with the explanation of concepts and methods involved in the analysis of sedimentary environments, their processes and this variability in the Solar Systems. The latter mode will consists of a practical approach where the students will be able to learn through experiencing the work on real cases both in lab and the field.

Students' assessment contemplates tests (20%), a report (70%) and field work (10%).
Tests assess parts of the taught subjects the report will contemplate a particular aspect of the sedimentation on planets;
written notes of field work will be evaluated.

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

As ciências geológicas não limitam o seu campo de interesse ao estudo da Terra. Qualquer planeta, caracterizado por um asuperfície sólida, pode ser estudado aplicando os principios e os fundamentos da Geologia para compreender os seus processos e a sua história. Esta unidade curricular oferece uma introdução abrangente da sedimentologia dos corpos planetários com uma dinâmica exógena sustentada por atmosferas e pela mobilidade superficial de materiais. Muitos dos processos geológicos referidos são discutidos conjuntamente com amplos exemplos de análogos terrestres.

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

Geological sciences do not limit their field of interest to the study of Earth. Any planet, characterized by a solid surface, can be studied using the principles and fundamentals of geology, to understand its processes and history. The course offers a comprehensive introduction of the sedimentology of planetary bodies with a exogenic dynamic sustained by atmospheres and surface mobility of materials. Many of the geological processes referred in the course are discussed together with ample examples of terrestrial analogs.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Readings H.G.,1996, Sedimentary Environments, 668 pp. Blackwell
- James N.P. and Dalrymple R.W., Facies Models 4, 453 pp., GeologicalAssociation of Canada
- Several papers provided during the teaching

Mapa IV - Elementos de Astronomia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Elementos de Astronomia

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Elements of Astronomy

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
A

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP-60; TC-10; OT-10

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Opcional

4.4.1.7. Observations:
Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
João Manuel de Morais Barros Fernandes (TP-60; TC-10; OT-10)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A disciplina tem como objetivo principal fornecer os fundamentos da Astronomia de Posição. Com isto espera-se que o aluno adquira a capacidade de reconhecer os diferentes objetos celestes visíveis a olho nu e sua utilização para o posicionamento. O aluno terá a capacidade de calcular a posição observada (a uma dada hora e local) tendo como base a posição aparente catalogada.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The course aims to provide the fundamentals of Spherical Astronomy. It is expected that the student be able to recognize the different celestial objects visible to the naked eye and its use for positioning. The student will be able to calculate the celestial position of a given object (at a given time and place) based on a catalogue of apparent positions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Introdução à História da Astronomia.
- Reconhecimento dos objectos celestes a olho nú.
- Breve introdução ao movimento anual da Terra.
- Trigonometria esférica Sistemas de referência.
- Movimento diurno da Terra: rotação em torno de um eixo; breve referência à precessão e nutação; movimento dos pólos; efeitos sobre as observações (paralaxe e aberração diurnas).
- Movimento diurno das estrelas.
- Escalas de Tempo: solar e solar médio; sideral e sideral médio; universal; calendários e data Juliana. Posições observadas, aparentes e médias.
- Transformações entre coordenadas observadas e aparentes.
- Determinação do azimute, latitude, longitude and tempo universal por observação astronómica.

4.4.5. Syllabus:

- The historical perspective of the Astronomy.
- Recognition of celestial objects with the naked eye.
- Brief introduction to the annual motion of the Earth.
- Spherical trigonometry reference systems.
- Diurnal movement of the Earth: rotation about an axis; brief reference to precession and nutation; movement of the poles; effects on the observations (parallax and diurnal aberration).
- Daytime movement of stars.
- Time scales: solar and mean solar; sidereal and mean sidereal; universal; calendars and Julian date. Positions observed, apparent and mean.
- Transformations between observed coordinates and apparent.
- Determination of the azimuth, latitude, longitude and universal time based on astronomical observations.

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

Sendo que o objectivo principal da disciplina visa a determinação das posições observadas de um astro e a determinação do azimute, da latitude, la longitude e do tempo universal por observação astronómica os temas são apresentados na sequênciaque visa cumprir esse desiderato: coordenadas geográficas; coordenadas celestes e transformação entre diferentes sistemas; escalas de tempo; correcções às observações (nomeadamente a refracção).

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

Taking into account that the aim of this course is the determination of apparent position of stars and the determination of the azimuth, the latitude, the longitude and the universal time based on astronomical observations, the different items are presented sequentially in order to accomplish this task: geographical coordinates; celestial coordinates; time scales; corrections to the observations.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino da disciplina assentam em três componentes:
aulas de exposição de matéria resolução de exercícios em sala de aula realização de observações astronómicas.

A avaliação contempla um exame (60%) e um trabalho de síntese (40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methods comprise three components: theory classes and problem solving classes, plus sessions to carry out astronomical observations.

Students' assessment is accomplished through an exam (60%) and a synthesis work (40%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As três componentes preferidas em cima são fundamentais para a correcta consolidação da matéria. A componente observacional é particularmente importante por forma a dar sentido aos conceitos teóricos, sem a qual ficaram áridos e de difícil percepção.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The three components presented above are fundamental to allow the student to have a good understanding of the course. The observational component is particularly important in order to allow a better understand of the theoretical concepts. Without this component the correct perception by the students of the course could be strongly affected.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
- Cruz e Caderot, Problemas resueltos de Astronomia, 2000
- Fernandes, Texto de apoio à disciplina de Elementos de Astronomia, 2013
- Green, Spherical Astronomy, 1985
- Freedman & Kaufmann, Universe, 2005
- Stellarium (software - http://www.stellarium.org/pt)

Mapa IV - Eletromagnetismo II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Eletromagnetismo II

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Electromagnetism II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
F

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-45; TP-30

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Opcional

4.4.1.7. Observations:
Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Pedro Almeida Vieira Alberto (T-45; TP-30)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Conhecimento aprofundado da teoria do campo eletromagnético, incluindo propriedades de materiais dielétricos e magnéticos, propagação de ondas eletromagnéticas, formulação relativista do eletromagnetismo, potenciais retardados e radiação.

Domínio de técnicas avançadas para resolução de problemas de Eletromagnetismo, incluindo métodos numéricos relevantes.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Advanced knowledge of the theory of the electromagnetic field, including properties of dielectric and magnetic materials, propagation of electromagnetic waves, relativistic formulation of the electromagnetism, retarded potentials and radiation.

Mastery of advanced techniques for solving problems of Electromagnetism, including the relevant numerical methods.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1 Eletrostática. Expansão multipolar. Dipolo e quadrupolos. Energia.
2 Dielétricos. Polarizabilidade. Leis de Clausius-Mossotti e Langevin.
3 Eqs de Laplace e Poisson. Método das imagens. Solução da eq de Laplace (coordenadas cartesianas, cilíndricas e esféricas). Métodos numéricos para eq. de Laplace.
4 Energia magnética. Multipolos magnéticos. Campo e potencial vetor dipolar.
5 Para, dia, e ferromagnetismo. Histerese.
6 Eletrodinâmica: teorema de Poynting.
7 Propagação de ondas EM em meios materiais e condutores. Ondas guiadas.
8 Relatividade e eletromagnetismo. Tensor eletromagnético. Forma covariante das eqs Maxwell e de continuidade. Transformações de Lorentz para o campo EM. Expressão covariante da força de Lorentz. Eqs covariantes para os potenciais escalar e vetor. Transformações de padrão.
9 Potenciais retardados. Potenciais de Liénart-Wiechert. Campo EM de cargas aceleradas. Potência radiada. Radiação dipolar elétrica e magnética.

4.4.5. Syllabus:
1 Electrostatics. Multipolar expansion. Dipole and quadrupole. Energy.
2 Dielectrics. Polarizability. Clausius-Mossotti and Langevin laws.
3 Laplace and Poisson eqs. Image method. Solution of Laplace eq (Cartesian, cylindrical and spherical coordinates). Numerical methods for Laplace eq.
4 Magnetic energy. Magnetic multipoles. Dipolar field and vector potential.
5 Paramagnetism, diamagnetism and ferromagnetism. Hysteresis.
6 Electrodynamics: Vector and Poynting's theorem.
7 EM wave propagation in materials and conductive media. Guided waves.
8 Relativity and electromagnetism. Electromagnetic tensor. Covariant form of Maxwell eqs and continuity. Lorentz transformations for the EM field. Covariant expression of the Lorentz force. Covariant eqs for scalar and vector potentials. Gauge transformations.
9 Retarded potentials. Lienart-Wiechert potentials. EM field due to accelerated charges. Radiated power. Dipole electric and magnetic radiation.

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

Os conteúdos estão em linha com a generalidade das disciplinas de Eletromagnetismo avançado e propagação do campo eletromagnético de cursos de ciências e tecnologias das universidades nacionais e estrangeiras de referência.

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

The contents are in line with most of the disciplines of advanced Electromagnetism and electromagnetic field propagation in scientific and technological courses in other Portuguese universities as well as in reputable foreign universities.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino expositivo com referências constantes aos sistemas físicos cuja descrição mais possa interessar aos alunos. Será enfatizada a referência a situações do dia a dia que podem ser explicadas recorrendo aos conceitos que se aprendem na disciplina. Procurar-se-á desta forma ilustrar a utilidade e a importância do eletromagnetismo como disciplina estruturante em cursos de ciências e de tecnologias.

A avaliação contempla um exame (100%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Conventional lectures with constant references to physical systems whose description might grab the attention of the students. We emphasize everyday situations that can be explained using the physical concepts included in the syllabus. In this way we try to illustrate the usefulness and the importance of the electromagnetism as a stuctural discipline in scientific and technological courses.

Students' assessment is accomplished through an exam (100%).

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

Os métodos são os habituais numa disciplina com os objetivos indicados.

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

The methodologies are the usual ones in a course unit with the indicated objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia principal / Principal bibliography:

- Brito, L., Fiolhais, M., Providência C., Campo Electromagnético, McGraw-Hill, Lisboa, 1999.
- Griffiths, D., Introduction to Electrodynamics - 3rd Edition – Prentice-Hall, New Jersey, 1999.

Bibliografia complementar / Complementar bibliography:

- Feynman, R., Leighton R. e Sands, M., Lectures on Physics volume II, Addison-Wesley, 1963.
- Jackson, J. D., Classical Electrodynamics, John Wiley and Sons, New York, 1975.
- Lorrain, P. Corson, D. E Lorrain, F., Electromagnetic Fields and Waves (3rd edition) Freeman and Company, New York, 1988.
- Wangsness, R. K., Electromagnetic Fields (2nd edition), John Wiley and Sons, New York, 1979.

Mapa IV - Bases de Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bases de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Data bases

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
CS

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP- 75

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Opcional

4.4.1.7. Observations:
Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Pedro Nuno San-Bento Furtado (TP- 75)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Modelação de problemas relacionados com a gestão de grandes quantidades de informação e consequente implementação numa Base de Dados. Conhecimentos das ferramentas técnicas duma Base de Dados.
As principais competências a desenvolver são: utilização de ferramentas computacionais; capacidade de generalização e abstração; capacidade de formular e resolver problemas; conceção ou utilização de modelos matemáticos para situações reais; argumentação lógica; uso da internet como meio de comunicação e fonte de informação; capacidade de trabalho em equipa; imaginação e criatividade.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Database modeling of large scale information problems. Knowledge of tools and technics to implement and maintain a database system.

The main competencies to be developed are: skills in computational tools; generalisation and abstraction; be able to formulate an solve new problems; implementation of mathematical models in real live situations; logical reasoning; team work; personal initiative; use of the Internet as a source of information; imagination and creativity.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos fundamentais sobre um Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBDs). Níveis de abstração. O modelo Entidade – Associação. O modelo relacional. A linguagem SQL. Integridade e Segurança. Dependências funcionais e normalização.

4.4.5. Syllabus:

Fundamental concepts about the DBMSs. Levels of abstraction and the Entity-Relationship Model. The Relational Model. The SQL language. Normalization. Security and integrity of the databases.

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

O modelo entidade-associação a sua transformação no modelo relacional e consequente implementação numa base de dados relacional é a forma normal de modelar e implementar problemas na área das bases de dados. Os sistemas de gestão de bases de dados relacionais e linguagem SQL, os processos de normalização e de gestão de bases de dados (SGBD) são conhecimentos fundamentais nesta área.

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

The entity-relationship model is recognized as the standard form of database modeling, the transformation of this model into the relational model and the implementation in a relational database is, also, a standard in the database area. The study of the SQL language, the normalization of a relational databases and some knowledge about DBMS administration fits in the goals described above.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de dois tipos: de natureza expositiva com apresentação dos tópicos do programa e de exemplos de aplicação; laboratoriais (computacional), nos quais os alunos tem acesso às ferramentas próprias de um SGBD, resolvendo exercícios práticos.

Os alunos que realizem, ao longo do semestre, as frequências e os projetos podem dispensar de exame final. A soma das percentagens atribuídas a estas duas componentes é 100%. Os restantes alunos são avaliados no final do semestre (exame) através da realização de um prova escrita (70%) e dos projetos (30%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Two types of classes: expository style with examples and exercises to apply the material being taught. Computational Laboratory: with practice of an DBMS implementing databases problems in a relational database.

The students that perform, along the semester, the mid-term exams and the projects may be exempted from final examination. The sum of percentages corresponding to these two components is 100%. The other students have to be evaluated at the end of the semester (exam) through a written examination (70%) and the projects (30%).

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

A exposição teórica, com a apresentação de exemplos e a resolução de alguns exercícios permite a aprendizagem dos conceitos fundamentais necessários à modelação e implementação de problemas da área das bases de dados. As aulas laboratoriais permitem consolidar o que foi aprendido nas aulas teóricas e também o aprender das ferramentas necessárias à implementação e manutenção de uma base de dados.

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

The theoretical exposition, with examples and exercises, allow the learning of the concepts needed for the modeling and implementation of database problems and the other related issues. The laboratory classes allow the strengthening of this concepts and also the learning of the tools needed to implement and maintain a database.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- A. Silberschatz, H. Korth, S. Sudarshan, Database System Concepts, sexta edição, McGraw-Hill, 2010.

- J.L.M. Pereira, Tecnologia de Bases de Dados, 3ª Edição, FCA-Ed.Informatica, 1998.

Mapa IV - Instrumentação e Sistemas de Aquisição de Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Instrumentação e Sistemas de Aquisição de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Instrumentation and Data Acquisition Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-30; PL-30

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Jorge Afonso Cardoso Landeck (TP-30; PL-30)

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

NA

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

- Compreender a arquitectura global de um sistema de aquisição de dados digital.
- Identificação e localização das diferentes tarefas/funções envolvidas.
- Identificar as diferentes limitações físicas e técnicas dos sistemas de aquisição de dados.
- Capacidade de utilizar e especificar sistemas de aquisição.
- Obter conhecimentos básicos sobre sensores e redes de comunicação de dados.
- Utilização de ferramentas de análise e processamento de dados (Matlab).

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

- To understand the global architecture of data acquisition systems
- To identify and characterize the different tasks and functions of a data acquisition system
- To identify the physical and technical limitations of data acquisition systems and the associated instrumentation
- Ability to use and specify data acquisition systems
- Knowledge of basic and intermediate concepts of sensor elements and data communication networks
- Use data analysis tools for data processing (Matlab) in the scope of data acquisition systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Sistemas de aquisição de dados
Arquitectura genérica
Caracterização e avaliação de desempenho
Exemplos

2. Transdutores
Definições, características e terminologia
Principais tipos de sensores
Calibração e compensação

3. Condicionamento e multiplexagem
Pontes de medida
Amplificação
Amplificadores operacionais
Amplificadores de instrumentação e de isolamento

4. Ruído
Ruído intrínseco (fundamental): térmico, quântico e 1/f
Modos de acoplamento de ruído extrínseco
Medidas de ruído
Métodos de eliminação de ruído: blindagem contra acoplamentos capacitivos e indutivos
Anéis de terra

5. Conversão Analógico-Digital
Amostragem periódica de sinais
Teorema da amostragem de Nyquist
Erros de quantificação
Erros de não linearidade diferencial
Relação sinal-ruído
Auto-correlação e correlação cruzada
Principais tipos de conversores

6. Análise e filtragem
Propriedades dos sinais analógicos e digitais
Análise do espectro de frequência
Sistemas lineares
Convolução
Análise do espectro

4.4.5. Syllabus:

1. Data Acquisition Systems
Generic Architecture
Characterization and Performance Evaluation
Examples

2 . Transducers
Definitions, characteristics and terminology
Main types of sensors
Calibration and compensation

3 . Signal Conditioning and Multiplexing
Measurement Bridges
Amplification
Operational Amplifiers
Instrumentation amplifiers and galvanic insulation
Input protection
Signal Sampling

4 . Noise
Intrinsic noise (fundamental): thermal and quantum 1 / f
Modes of extrinsic noise coupling
Noise measurements
Methods for noise elimination
Grounding loops

5 . Analog-to- Digital Conversion
Periodic sampling of signals
Nyquist sampling theorem
Quantisation errors
Differential non-linearity errors
Signal to Noise Ratio
Auto-correlation and cross-correlation
Main types of ADCs

6. Analysis and filtering
Properties of analog and digital signals
Analysis of the frequency spectrum
Linear systems
Convolution
Spectral analysis

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

Os conteudos programaticos seguem a descrição e estrutura de um sistema de aquisição de dados. Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos, de grau intermédio, sobre as diferentes componentes deste tipo de sistemas desde a interface com o mundo físico até ao ambiente elaboração de algoritmos de tratamento dos dados adquiridos. O programa é sequencial nessa arquitectura do sistema de aquisição, embora alguns aspectos como o ruído, possam ser considerados transversais. Pretende-se que o aluno perceba que apesar da heterogeneidade de sistemas de aquisição de dados, existe uma matriz comum adaptável a cada aplicação.

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

The program contents follow the description and the structure of a data acquisition system. It is intended that students acquire intermediate level knowledge on the various components of such systems starting on the interface with the physical world to the development tools of algorithms for processing the acquired data. The program contents follow the natural sequential order of DAQ system components, although some aspects such as noise analysis, can be considered to have a wide approach. It is intended that the student note that despite the heterogeneity of data acquisition systems, there is a common frame that can be adapted to each application.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Apresentação dos diferentes conteúdos lectivos ilustrados com aulas laboratoriais, resolução de exercicios teorico-praticos e trabalhos de programação em Matlab.
- Os alunos serão incentivados a trabalhar autonomamente e em grupo.

A avaliação contempla ou um exame (80%) e trabalho laboratorial (20%),
ou em alternativa uma frequência (60%) mais a resolução de problemas (20%) e mais trabalho laboratorial (20%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- Presentation of the syllabus with support of laboratorial classes, problem solving and programming examples and challenges.
- Students are encouraged to work alone and in groups

Students' assessment is accomplished through an exam (80%) and laboratory work (20%),
or as an alternative a midterm exam (60%) problem resolving reports (20%) and laboratory work (20%).

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

Pretende-se estimular os espirito critico dos alunos através da apresentação dos fundamentos teóricos subjacentes a cada um dos items do programa, assim como pelo resolução de exercícios e pela realização de trabalhos práticos de laboratório

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

It is intended to stimulate students' critical spirit by presenting the theoretical basis underlying each of the items of the syllabus, as well as the solving of exercises and the practical work on the laboratory.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Apresentações e apontamentos (v2.1) disponibilizados aos alunos

Alguns livros de referência

- Data Acquisition Fundamentals, National Instruments, 2002.
- Edward E. Lee, Pravin Varaiya, Structure and Interpretation of Signals and Systems, Addison Wesley, 2003.
- John G. Webster, ed., Medical Instrumentation: Application and Design, 3/e, John Wiley & Sons, 1997.
- John Bently, Principles of Measurement, Prentice Hall, 2004.

- Gilbert Held, Understanding Data Communication, 7/e, Addison Wesley, 2002.
- Eva Pärt-Enander, Anders Sjöberg, Matlab 5 Handbook, Addison Wesley Longman, 1999

Mapa IV - Introdução à Astrofísica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Introdução à Astrofísica

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Introduction to Astrophysics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
A

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-45; OT-15

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Opcional

4.4.1.7. Observations:
Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Alex Heinz Ladislaus Blin (T-45; OT-15)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Objetivos gerais:
- Capacidade para resolver problemas.

- Compreensão teórica dos fenómenos físicos.
- Cultura geral aprofundada em Física.
- Capacidade para aprender.
- Capacidade para procurar e utilizar bibliografia.
Objetivos específicos:
- Entender os processos físicos que governam a evolução dos planetas, estrelas e galáxias.
- Ser capaz de entender as bases do modelo cosmológico e os dados observacionais que o apoiam.
- Adquirir as bases necessárias para analisar criticamente os novos avanços da astrofísica e cosmologia.

Competências genéricas:
- Competência em comunicação oral e escrita;
- Competência em gestão da informação;
- Competência para resolver problemas;
- Competência em raciocínio crítico;
- Competência para comunicar com pessoas que não são especialistas na área;
- Competência em aprendizagem autónoma;
- Adaptabilidade a novas situações;
- Competência em aplicar na prática os conhecimentos teóricos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
General goals:
- Problem solving skills.
- Theoretical understanding of physical problems.
- Enhanced general knowledge of physics.
- Learning capacity.
- Capacity to find and use bibliographical references.
In particular:
- Understanding of the physical processes governing the evolution of planets, stars and galaxies.
- Capacity to understand the foundations of the cosmological model and the observational data which lend support to it.
- Acquisition of the necessary bases to analyze critically new developments in astrophysics and cosmology.

Generic skills:
- Competence in oral and written communication;
- Competence in information management;
- Competence to solve problems;
- Competence in critical thinking;
- Competence to communicate with people who are not experts in the field;
- Competence in independent learning;
- Adaptability to new situations;
- Competence to apply in practice the theoretical knowledge.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1- Ferramentas da Astrofísica: mecânica celeste; espectro contínuo de luz; teoria da relatividade restrita; interação de luz com a matéria; medidas de distâncias no universo.
2- A natureza das estrelas: propriedades das estrelas; estrutura, formação e evolução estelar; o Sol; a morte das estrelas; estrelas variáveis e estrelas explosivas; estrelas compactas e buracos negros.
3- O sistema solar: processos físicos; planetas terrestres; planetas gigantes; a formação do sistema solar.
4- Galáxias e o universo: a Via Láctea; meio interestelar; estrutura das galáxias; classificação e propriedades das galáxias; evolução galáctica; estruturas de grande escala no Universo; galáxias ativas e quasars.

5- Cosmologia: modelos cosmológicos; determinação dos parâmetros cosmológicos
6- O universo primitivo: um universo em expansão; a núcleo-síntese primordial, teoria da inflação.

4.4.5. Syllabus:
1- Astrophysical tools: celestial mechanics; the continuous spectrum of light; special relativity; interaction of light with matter; measuring distances in the universe.
2- The nature of stars: properties of stars; stellar structure, formation and evolution; the sun; the death of stars; variable stars and exploding stars; compact stars and black holes.
3- The solar system: physical processes; terrestrial and giant planets; the formation of the solar system.
4-Galaxies and the universe: the Milky Way; interstellar medium; structure of the galaxies; classification and properties of galaxies; galactic evolution; large scale structure of the universe; active galaxies and quasars.
5- Cosmology: cosmological models; determination of the cosmological parameters.
6- The young universe: cosmological expansion; primordial nucleosynthesis; inflationary theories.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O método e a estratégia de ensino procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e avançar o seu desenvolvimento pessoal. Assim, o aluno adquire competência técnica especializada e aprofunda os seus conhecimentos gerais de física.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching methods and strategy aim at an involvement of the student in the learning process and at his personal development. In this way, the student acquires specialized technical competence and deepens his general understanding of physics

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Apresentação dos diferentes tópicos ilustrados com aplicações práticas.

A avaliação contempla um exame (100%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Presentation of the different topics illustrated with practical applications.

Students' assessment is accomplished through an exam (100%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Baseado na compreensão e nos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas e nos exercícios de aplicação prática, que os alunos resolvem em casa e que são discutidos nas aulas teórico-práticas, estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, mais genericamente, no desenvolvimento de raciocínio analítico e sintético.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Based on the understanding and knowledge acquired in the theoretical part of the course and on the practical application problems, which the students solve at home and which are discussed in the problem session classes, the necessary conditions are created to develop the competence to solve problems, to exercise critical thinking, to apply theoretical knowledge in practical problems, and, more generically, to develop analytical and synthetic reasoning.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
- CARROLL, Bradley W.; OSTLIE, Dale A. (1996). An Introduction to Modern Astrophysics. Addison Wesley.

- PEACOCK, J. A. (2000). Cosmological Physics. Cambridge University Press.

Mapa IV - Física Quântica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Física Quântica

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Quantum Physics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
F

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
semestral/ semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-45;TP-15;PL-30

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Opcional

4.4.1.7. Observations:
Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
João Carlos Lopes de Carvalho (T-45;TP-15;PL-30)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
1- Adquirir conceitos básicos da Mecânica Quântica e sabê-los aplicar a situações físicas específicas. Adquirir conhecimentos básicos de Física Atómica e de Física dos Sólidos. Integração dos conhecimentos adquiridos nestas três áreas numa descrição quântica da matéria.

2- Capacidade para procurar e utilizar bibliografia, organizando um conjunto consistente de informações relativas às áreas referidas.

3- Capacidade para resolver problemas, incluindo o desenvolvimento de competências matemáticas adequadas a esse fim.

4- Capacidade para implementar e interpretar experiências simples relacionadas com o conteúdo da disciplina.

Competência em análise e síntese;
- Competência em comunicação oral e escrita;
- Competência em gestão da informação;
- Competência para resolver problemas;
- Competência em aplicar na prática os conhecimentos teóricos;
- Competência em trabalho em grupo;
- Competência em raciocínio crítico;
- Competência em entender a linguagem de outros especialistas;

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

1- Acquire basic concepts of quantum mechanics and ability to apply them to specific physical situations . Acquire basic knowledge of Atomic Physics and Physics of Solids . Integration of knowledge acquired in these three areas in a quantum description of matter .

2- Ability to search and use literature , organizing a consistent set of information relating to the referred subjects .

3- Ability to solve problems , including the development of relevant mathematical skills.

4- Ability to implement and interpret simple experiments related to the subject content .

Competence in analysis and synthesis;
- Competence in oral and written communication ;
- Competence in information management ;
- Competence to solve problems ;
- Competence in applying theoretical knowledge to practice ;
- Competence in group work ;
- Competence in critical thinking ;
- Competence to understand the language of other experts ;

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1- Quantificação da luz e da energia. Modelo de Bohr do átomo. Propriedades ondulatórias das partículas.
2- Equação de Schrodinger. Operadores, valores próprios, funções próprias. Interpretação física. Função de onda, densidade de probabilidade e valores espectáveis. Aplicações a problemas unidimensionais: o poço de potencial e o oscilador harmónico.
3- O átomo de hidrogénio: resolução da equação de Schrödinger, valores próprios, números quânticos, funções próprias, densidades de probabilidade, momento angular orbital.
4- Momento angular. Experiência de Stern-Gerlach, spin, adição de momento angular.
5- Átomos multielectrónicos. Aproximação do campo central. Teoria de Hartree. Acoplamento L-S. Excitações ópticas. Taxas de transição e regras de selecção.
6- Introdução à física dos sólidos: Condutores e semi-condutores. Teoria das bandas. Propriedades magnéticas dos sólidos. Supercondutividade.

4.4.5. Syllabus:

1- Quantification of light and energy. Bohr model of the atom. Wavelike properties of particles.
2- Schrodinger equation. Operators, eigenvalues<200b><200b>, eigenfunctions. Physical interpretation. Wave function, probability density <200b><200b>and average values. Applications to one-dimensional problems: the potential well and the harmonic oscillator.
3- The hydrogen atom: solving the equation Schrodinger, eigenvalues<200b><200b>, quantum numbers, the eigenfunctions, probability densities, orbital angular momentum.
4- Angular momentum. Stern-Gerlach experiment, spin, addition of angular momentum.

5- Multieletronic Atoms. Central field approximation. Hartree theory. L-S coupling. Optical excitations. Transition rates and selection rules.
6- Introduction to solid physics: conductors and semiconductors. Band theory. Magnetic properties of solids. Superconductivity.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os pontos 1 a 5 do programa servem os pontos 1, 2 e 3 dos objetivos

As aulas PL versam sobre os ponto 1 do programa e servem o ponto 4 dos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Items 1-5 of the program are coherent with items 1, 2 and 3 of the curricular unit's objectives

Laboratory classes are about the item 1 of the program and coherent with items 4 of the curricular unit's objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
1- Aulas teóricas com exposição dos conceitos e exemplos de aplicação, recorrendo a meios tradicionais (quadro) e meios audiovisuais;
2- aulas teórico-práticas de resolução de problemas ;
3- aulas práticas com a realização de trabalhos experimentais.

A avaliação durante o semestre tem uma componente laboratorial (20%) e uma componente de frequência (duas frequências, 40% cada). A componente de frequência pode ser substituída por exame (80%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
1-Theoretical classes with explanation of of concepts and application examples, using both black board and slides;
2- classes devoted to problem-solving;
3-practical classes with experimental work.

The evaluation during the semester has a laboratory component (20%) and a test component (two tests, 40% each). The test component can be replaced by final exam (80%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, desenvolvendo, para além de competências técnicas específicas, competências genéricas de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.
Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas teórico-práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese.
Nas aulas laboratoriais, com a realização de experiências simples procura-se familiarizar os alunos com a implementação prática de alguns conceitos lecionados. O tratamento, a interpretação dos resultados e a escrita dos relatórios contribuem para criar competências em aprendizagem autónoma e em comunicação escrita.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature.
With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the theoretical-practical classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and synthesis.
In the laboratory classes, simple experiments are carried out to familiarize students with the practical implementation of some concepts and the techniques used in data analysis. The treatment and interpretation of the results and the writing up of test reports build up in the students competencies in autonomous learning and written communication.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Apontamentos de Física Quântica, Helena Vieira Alberto, 2013

- Modern Physics, Krane, editora John Wiley and Sons,Inc. ,2nd Ed. 1996

- Apontamentos de Fundamentos de Física Moderna (cap. 2) Pedro Vieira Alberto, 1995.

- Quantum Physics, R. Eisberg and R. Resnick, John Wiley Sons, 2nd Ed.1974.

- Introduction to Quantum Mechanics, D.J. Griffiths , Prentice Hall, 1995

Mapa IV - Física e Tecnologia do Vácuo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física e Tecnologia do Vácuo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Vacuum Physics and Technology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

semestral/semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-20;PL-26; TP-4

4.4.1.6. Créditos ECTS:

162

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Luís Manuel Panchorrinha Fernandes (T-20;PL-26; TP-4)

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

NA

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

Com esta disciplina pretende-se transmitir aos estudantes conhecimentos de natureza geral em física e tecnologia do vácuo e permitir um primeiro contacto e experiência com diferentes sistemas de vácuo, a fim de que os estudantes possam, no futuro, utilizar, adquirir, montar ou efectuar a manutenção possível daqueles sistemas. Mais do que fornecer uma formação pormenorizada sobre os processos físicos fundamentais envolvidos, pretende-se contribuir para uma formação essencialmente prática e tecnológica na operação e selecção dos diferentes equipamentos de vácuo e na identificação das limitações que podem ser encontradas em cada sistema.

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

This course aims to provide students with a broad knowledge in physics and technology of vacuum and cryogenics and allow a first contact and experience with different vacuum systems, so that students can, in future operate, acquire, assemble and maintain these kind of systems. Rather than providing a detailed training on fundamental physical processes involved, it is intended to contribute to an essentially practical and technological training in the operation and selection of different vacuum equipment and identifying the limitations that can be found in a given system.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte I – PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA FÍSICA E TECNOLOGIA DO VÁCUO E DA CRIOGENIA.
1- Introdução.
2- Propriedades dos gases.
3- Sistema de vácuo fundamental.
4- Sistema de vácuo real.
Parte II – PRODUÇÃO E MEDIÇÃO DE VÁCUO E CRIOGENIA
5- Produção de vácuo.
6- Medição de vácuo.
7- Detecção de fugas.
8- Analisadores de gases residuais/espectrómetros de massa.
9- Análise comparativa dos custos de um sistema de vácuo.
Parte III – Formação prática.
10- Produção de vácuo.
11- Medição de vácuo.
12- Manutenção de um sistema de alto-vácuo.
13- Trabalhos práticos com apresentação de relatório.

4.4.5. Syllabus:

Part I - FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF PHYSICS AND TECHNOLOGY OF THE VACUUM AND CRYOGENICS.
1- Introduction.
2- The properties of gases.
3- Central vacuum system.
4- Real vacuum system.
Part II - PRODUCTION AND MEASUREMENT OF VACUUM AND CRYOGENICS.
5- Production of vacuum.
6- Vacuum measurement.
7- Leak detection.
8- Residual gas analyzer / mass spectrometers.
9- Comparative analysis of the costs of a vacuum system.
Part III - Practical training.

10- Production of vacuum.
11- Vacuum measurement.
12- Maintenance of a high-vacuum system.
13- Practical work with presentation of report.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
s conteúdos programáticos cobrem aqueles que se consideram ser os conhecimentos e capacidades essenciais para um bom domínio da disciplina, de acordo com a literatura de referência disponível, a experiência de ensino dos docentes da Faculdade de Ciência e Tecnologia e por comparação com a prática das escolas de referência.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus addresses the knowledge and skills considered to be essential for a good understanding of the course, according to the reference literature available on the subject, the teaching expertise of the teachers of the Faculty of Science and Technology of the University of Coimbra and compared to the standards of the reference schools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O ensino teórico é expositivo, recorrendo-se à escrita no quadro dos diagramas ou desenhos e das sequências do formalismo matemático em questão. Sempre que possível recorre-se à apresentação de exemplos teórico-práticos para maior objectividade e melhor aprendizagem por parte dos alunos.
As aulas práticas de pendor demonstrativo servem para os alunos tomarem contacto com a operação de diferentes sistemas de vácuo. No início dos trabalhos práticos em que os alunos vão operar autonomamente os sistemas de vácuo terá sempre lugar uma pequena discussão sobre os objectivos do trabalho, o procedimento a seguir para atingir esses objectivos e os resultados esperados.

A avaliação contempla um exame (60%) e trabalho laboratorial (40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The fundamentals behind the diagrams and drawings are discussed in lectures. Whenever possible use is made to the presentation of theoretical and practical examples for better understanding by students.
Some practical classes have a demonstration purpose, so that students make contact with the operation of the various vacuum systems.
During the laboratory sessions the students are supposed to operate the vacuum systems independently, after a briefing concerning the procedures and the aims of the proposed work.

Students' assessment is accomplished through an exam (60%) and laboratory work (40%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As metodologias de ensino adoptadas permitem dotar o aluno com os conhecimentos teóricos e as capacidades relevantes, sendo semelhantes àquelas que são usadas em unidades curriculares do mesmo tipo nas escolas de referência.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methods adopted are suited to provide the student with the theoretical knowledge and relevant skills, and are similar to those that are used in the same type of courses in the reference schools.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
- A Users Guide to Vacuum Technology, J.F. OHanlon (IBM Thomas J. Watson Research Center), Wiley-Interscience publication, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1980, ISBN 0-471-01624-1

- Tecnologia do Vácuo, A.M.C. Moutinho, M.E.F. Silva e M. Áurea Cunha, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 1980.

- Ultrahigh Vacuum Practice, G.F. Weston (Philips Research Laboratories), Butterworths & Co., London, 1985, ISBN: 0408014857.

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

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

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The UC guarantees the alignment in the definition of the Course Unit Forms, so that the learning objectives, skills, teaching methods and assessment are coherent. The Scientific Council of the Faculty analyses and validates the FUC and the Pedagogical Council analyzes and discusses these matters. It was also sought to guarantee the promotion of this adequacy through the analysis of the results of the pedagogical surveys and the definition of improvement actions, when applicable - these surveys assess the students' perception of the achieved learning results. Additionally, still within the scope of the surveys, the comments of students and teachers are analyzed and classified, allowing the identification of aspects to be adjusted in the teaching and learning methodologies and their adequacy to the defined learning objectives. This information is used by the C.E. Coordination and the Faculty Direction, to define and implement improvements.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em créditos ECTS:

A Universidade de Coimbra procura, desde logo, garantir esta verificação através da análise dos inquéritos pedagógicos a outros ciclos de estudo com unidades curriculares análogas, sendo solicitado a estudantes e docentes que avaliem a adequação da carga de esforço exigida (ligeira, adequada, moderadamente pesada ou excessiva).)

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS credits:

The University of Coimbra aims to ensure this verification through the analyses of pedagogical surveys to other cycles of studies with analogous curricular units, with students and professors being asked to evaluate the adequate amount of effort demanded during the Master (light, adequate, moderately heavy and excessive).

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os/As docentes definem a avaliação de acordo com os objetivos de aprendizagem das unidades curriculares que coordenam, considerando os objetivos gerais do curso. Estes aspetos, bem como a adequação da avaliação aos objetivos encontram-se definidos na ficha da unidade curricular, que é analisada e validada pelo Conselho Científico. A verificação desta coerência é feita em reuniões com o corpo docente e discente e reuniões do Conselho Pedagógico, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de avaliação e a sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

The teachers define the assessment according to the learning objectives of the curricular units they coordinate, considering the general objectives of the course. These aspects, as well as the adequacy of the assessment to the objectives, are defined in the curricular unit sheet, which is analyzed and validated by the Scientific Council. The verification of this coherence is made in meetings with the teaching staff and students and meetings of the Pedagogical Council, allowing the identification of aspects to be adjusted in the evaluation methodologies and their adaptation to the defined learning objectives.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

O programa EMJM reunirá práticas de ensino, metodologias e tecnologias inovadoras, com foco específico no uso de tecnologias disruptivas, como a Realidade Virtual (RV), atividades de aprendizagem combinada (sala de aula, trabalho de campo e laboratório), laboratórios remotos e virtuais, ou o uso de aplicativos de realidade virtual aumentada e cartografia digital. O EMJM tirará partido da tecnologia VR desenvolvida pela start-up VR2Planets, a qual apoia a criação deste mestrado com estatuto de parceiro associado. O

EMJM beneficiará ainda da experiência prática de outros parceiros tecnológicos associados, incluindo de empresas sediadas em Coimbra: ESA BIC Portugal, Active Space Technologies. Estas empresas apoiam o curso podendo p.ex. i) participar em painéis de avaliação; ii) envolver-se em estágios e na co-orientação de dissertações, iii) proferir seminários sobre áreas específicas da sua actividade, iv) participar nas atividades de difusão das actividades do mestrado, etc.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

The EMJM program will gather innovative teaching practices, methodologies and technologies, specifically focusing on the use of disruptive technologies, such as Virtual Reality (VR), blended learning activities (classroom, field and laboratory work), remote and virtual laboratories, or virtual and augmented reality applications as well as digital mapping. The EMJM will also take advantage of VR technology developed by the start-up company VR2Planets, which supports the creation of this master with the statute of associated pattern. THE EMJM will also benefit from the hands-on experience of other technological associated partners, including the companies based in Coimbra, as e.g. ESA-BIC Portugal and Active Space Technologies. These companies may as well i) participate in evaluation panels; ii) get involved in internships and co-supervising of dissertations, iii) give seminars as guest scholars, iv) participate in dissemination activities, etc.

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL-74/2006, na redação dada pelo DL-65/2018:

A duração de 4 semestres é a duração normal de um curso de nível de mestrado especializado. Nos termos do disposto no número 1 do artigo 18º do Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de março, alterado pelo Decreto-Lei nº65/2018, de 16 de agosto, "o ciclo de estudos conducente ao grau de mestre tem 90 a 120 créditos e uma duração normal compreendida entre três a quatro semestres curriculares de trabalho dos alunos". Tendo por base este artigo, decidiu-se que o Mestrado será em regime semestral, com a duração de 4 semestres letivos, num total de 120 ETCS. Esta escolha vai ao encontro da estrutura curricular prevista para os demais graus de mestrado da FCTUC. A adoção de unidades curriculares de outros mestrados existentes na FCTUC permite uma optimização dos recursos materiais e humanos.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018:

The duration of 4 semesters is the normal duration of a specialized master's course. Following the provisions of paragraph 1 of article 18 of Decree-Law no. 74/2006 of March 24, amended by Decree-Law no. 65/2018 of August 16, "the Cycle of Studies leading to the master's degree must have between 90 and 120 credits and a duration that should be between three and four semesters of student work". Following this article, it was decided that the master's degree should be organized in semesters, with a duration of 4 academic semesters, with a total of 120 ETCS. This choice is in line with the curricular structure of the other Masters of FCTUC. By sharing courses units of other master programmes existing in FCTUC it is possible to optimize the resources of the school, both material and human.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

A atribuição do número de ECTS a cada unidade curricular foi baseada nas linhas de orientação estabelecidas pelo Decreto Lei nº 42/2005 e na longa experiência da FCTUC na lecionação de outros cursos do mesmo nível. Assim, efetuou-se uma reflexão alargada sobre o esforço estimado para o trabalho individual do estudante, a fim de concluir com sucesso cada unidade curricular. Foi adotado o padrão 1 ECTS = 27 horas de trabalho, 30% a 50% do qual corresponde a horas de contacto. A percentagem das horas totais de trabalho que corresponde a horas de contacto depende da área científica, existência e tipo de aulas práticas e do nível de formação da unidade curricular.
Para este processo contribuíram também os resultados dos inquéritos pedagógicos levados a cabo pela Universidade de Coimbra e discussões havidas entre docentes e entre estes e os estudantes no âmbito das avaliações dos Mestrados da FCTUC.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

The attribution of the number of ECTS to each curricular unit was based on the guidelines established by Decree Law nº 42/2005 and on FCTUC's long experience in teaching other courses at the same level. Thus, there was a broad reflection on the estimated effort for the individual work of the student, in order to successfully complete each course. The standard 1 ECTS = 27 hours of work was adopted, 30% to 50% of which corresponds to contact hours. The percentage of total working hours that corresponds to contact hours depends on the scientific area, existence and type of practical classes and the level of training of the curricular unit.
Also contributing to this process were the results of the pedagogical surveys carried out by the University of Coimbra and the discussions among teachers and between them and students in the scope of the evaluations of the Masters of FCTUC.

4.7. Observações

4.7. Observações:

Os progressos na exploração espacial observados nos últimos 30 anos trouxeram o desenvolvimento das Geociências Planetárias, caracterizadas por um envolvimento crescente, a nível internacional, de especialistas da Terra na compreensão dos processos evolutivos de outros planetas. Portugal tem respondido a este interesse crescente, através da criação de uma agência espacial nacional (PT-Space), do Atlantic International Research Centre (AIR Centre) e de um sem número de iniciativas relacionadas com o Espaço. Dentro da UC, o tema "Digital, Indústria e Espaço" foi definido como área estratégica, como forma de reunir e valorizar a investigação de excelência e a inovação capaz de contribuir de forma significativa para promover a transformação da nossa sociedade e economia através das tecnologias digitais e espaciais, bem como o desenvolvimento de uma indústria de baixo carbono, circular e limpa.

O EMJM GeoPlaNet responde a essas necessidades e interesses. É um curso baseado em programas de mestrado já existentes nas universidades do consórcio GeoPlaNet, amplamente testados e validados por alunos, professores e agências de acreditação, no qual se combinam as áreas de Física, Geologia e Geociências Planetárias num novo curso interdisciplinar. A associação entre estabelecimentos de ensino, instituições de pesquisa, agências espaciais e empresas privadas pode proporcionar uma experiência estudantil única, sendo um elemento diferenciador deste mestrado relativamente a outras ofertas semelhantes. Os alunos terão a oportunidade de utilizar as redes existentes no setor espacial, assim como construir novas redes, quer na indústria quer na academia. A tecnologia de Realidade Virtual e a cartografia digital serão integradas no processo de aprendizagem, assim como extenso trabalho de campo, proporcionando-lhes um ambiente de aprendizagem diversificado e atraente.

Os objetivos definidos enquadram-se na missão da Universidade de Coimbra, nomeadamente através da criação de saber e disseminação do conhecimento. O apreço manifestado pelos empregadores pela qualidade da formação e capacidades dos Mestres diplomados pela UC, a sua inserção no mercado de emprego, a nível nacional e internacional e capacidade que habitualmente demonstram quando integrados em projectos de investigação da FCTUC, são um sinal de confiança para o futuro.

4.7. Observations:

The spectacular progress of space exploration during the last 30 years has allowed the development of Planetary Geosciences, characterised by an increasing involvement at the international level, of specialists of the Earth in understanding evolutionary processes of other planets. Portugal has been responding to this growing interest, through the creation of a national space agency (PT-Space), the Atlantic International Research Centre (AIR Centre) and a multitude of initiatives related to Space. Inside the UC, the theme "Digital, Industry and Space" is considered a strategic area to gather and enhance research of excellence and innovation such as to promote the transformation of our society and economy through digital and space technologies, as well as the development of a low-carbon, circular and clean industry.
The EMJM GeoPlaNet responds to these needs and interests. Based on already existing master programs within the universities of the GeoPlaNet consortium, which have been largely tested and validated by students, teachers and accreditation agencies, it combines the fields of Physics, Geology and Planetary Geosciences in a new interdisciplinary course. The association between teaching establishments, research institutions, space agencies and private companies may provide a unique student experience, elevating this master above other similar offerings. Students will have the opportunity to use already existing networks in the space sector and build new ones, equipping them for industry or academic careers. Virtual Reality technology, digital mapping and fieldwork will be integrated in the learning process, providing a diversified and attractive learning environment.
The aims of the course are manifestly within the mission of the University of Coimbra, namely through the creation of knowledge and its dissemination. The appreciation expressed by employers for the quality of the training and skills of Master graduates from UC, their insertion in the job market, at national and international level and the capacity they usually demonstrate when integrated into FCTUC research projects, are a sign of confidence for the future.

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

Maria Alexandra Albuquerque Faria Pais
João Manuel Fernandes

Alexandre Carlos Morgado Correia
Fernando Carlos Lopes

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Vínculo/ Link	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Maria Alexandra Albuquerque Faria Pais	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geofísica Interna	100	Ficha submetida
Alexandre Carlos Morgado Correia	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Astrofísica e Técnicas Espaciais	100	Ficha submetida
João Manuel de Morais Barros Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Astronomia e Astrofísica	100	Ficha submetida
Fernando Carlos da Silva Coelho Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Geológica (Especialidade de Geofísica Aplicada)	100	Ficha submetida
Olivier Verhoeven	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Physics	100	Ficha submetida
Laurent Barillé	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Oceanology	100	Ficha submetida
Antoine Mocquet	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Sim	Earth Sciences - Planetology - Seismology	100	Ficha submetida
Véronique Carrère	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Earth Sciences and Remote Sensing	100	Ficha submetida
Sabrina Carpy	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	doctor in fluid dynamics	100	Ficha submetida
Laetitia Le Deit	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Planetary Geosciences	100	Ficha submetida
Bruno Jesus	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Biologia	100	Ficha submetida
Olivier Bourgeois	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Sim	Planetary Geosciences	100	Ficha submetida
Yann Morizet	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Earth Sciences	100	Ficha submetida
Donatienne Leparoux	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geophysics	100	Ficha submetida
Monica Pondrelli	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Earth Science	100	Ficha submetida
Gian Gabriele Ori	Professor Coordenador Principal ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Earth Sciences	100	Ficha submetida
Goro Komatsu	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Planetary Geosciences	100	Ficha submetida
Brent Poe	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Chemistry	100	Ficha submetida
Nuno Vasco Munhoz Peixinho Miguel	Investigador	Doutor	Outro	Não	Astronomia e Astrofísica	100	Ficha submetida
Nuno David de Sousa	Professor Auxiliar ou	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-	Não	Ciências Biomédicas	100	Ficha

Chichorro da Fonseca Ferreira	equivalente		74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)				submetida
Gil Rito Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Ciências de Engenharia Geoespacial	100	Ficha submetida
Manuel António Salgueiro da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	FÍSICA	100	Ficha submetida
Teresa Monteiro Seixas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Física	100	Ficha submetida
Pedro Almeida Vieira Alberto.	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Física Teórica	100	Ficha submetida
Pedro Nuno San-Bento Furtado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Sim	Engenharia Informatica	100	Ficha submetida
Jorge Afonso Cardoso Landeck	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Física, Instrumentação	100	Ficha submetida
Alex Blin	Investigador	Doutor	Investigador de Carreira (Art. 3º, alínea l) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Física	100	Ficha submetida
Luis Manuel Panchorrinha Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Física Tecnológica	100	Ficha submetida
João Carlos Lopes de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Física de Partículas	100	Ficha submetida
Antoine Bezos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Earth Sciences	100	Ficha submetida
Olivier Witasse	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geociências Planetárias	100	Ficha submetida
Giuseppe Mitri	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Planetary Geosciences	100	Ficha submetida
Lucia Marinangeli	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	geological sciences	100	Ficha submetida
Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Ciências da Saúde	100	Ficha submetida
Luis Vitor da Fonseca Pinto Duarte	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
José Lopes Pinto da Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Física das Altas Energias	100	Ficha submetida
						3600	

<sem resposta>

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

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

5.4.1.1. Número total de docentes.

36

5.4.1.2. Número total de ETI.

36

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos integrados na carreira docente ou de investigação (art.º 3 DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018).

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos integrados na carreira docente ou de investigação (art.º 3 DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018).* / "Career teaching staff" – teachers of the study programme integrated in the teaching or research career.*

Vínculo com a IES / Link with HEI	% em relação ao total de ETI / % of the total of FTE	
Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	94.444444444444	100
Outro	2.7777777777778	100
Investigador de Carreira (Art. 3º, alínea l) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	2.7777777777778	100

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

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

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	36	100

5.4.4. Corpo docente especializado

5.4.4. Corpo docente especializado / Specialised teaching staff.

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Doutorados especializados na(s) área(s) fundamental(is) do CE (% total ETI) / PhDs specialised in the fundamental area(s) of the study programme (% total FTE)	30	83.333333333333
Não doutorados, especializados nas áreas fundamentais do CE (% total ETI) / Staff specialised in the fundamental areas of the study programme not holding PhDs in these areas (% total FTE)	0	0
Não doutorados na(s) área(s) fundamental(is) do CE, com Título de Especialista (DL 206/2009) nesta(s) área(s)(% total ETI) / Specialists not holding a PhD, but with a Specialist Title (DL 206/2009) in the fundamental area(s) of the study programme (% total FTE)	0	0
% do corpo docente especializado na(s) área(s) fundamental(is) (% total ETI)		83.333333333333
% do corpo docente doutorado especializado na(s) área(s) fundamental(is) (% docentes especializados)		100

5.4.5. Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados (art.º 29.º DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)

5.4.5. Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados (art.º 29.º DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018) / Teaching Staff integrated in Research Units of the Institution, its subsidiaries or integrated centers (article 29, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018)

Descrição	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*

Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados / Teaching Staff integrated in Research Units of the Institution, its subsidiaries or integrated centers	12	33.333333333333

5.4.6. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

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

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and tranning dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
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	35	97.222222222222	36
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	36

Pergunta 5.5. e 5.6.

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

A avaliação de desempenho dos docentes da UC tem por base o disposto no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra", regulamento 398/210 de 5 de maio. É efetuada relativamente a períodos de três anos e tem em consideração quatro vertentes: investigação; docência; transferência e valorização do conhecimento; gestão universitária e outras tarefas. Nesse regulamento são definidos os mecanismos para avaliação, e identificados os indicadores de produtividade e performance do pessoal docente.

O processo de avaliação compreende cinco fases (autoavaliação, validação, avaliação, audiência, homologação). O resultado final da avaliação de cada docente é expresso numa escala de quatro posições: excelente, muito bom, bom e não relevante.

Antes de cada novo ciclo de avaliação, cada UO define o conjunto de parâmetros que determinam os novos objetivos do desempenho em cada uma das suas vertentes, garantindo a permanente atualização do processo.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The academic staff performance evaluation procedures of UC are set in the "Regulation of Teachers' Performance Evaluation of UC" – regulation n. 398/2010, published on the 5th of May. The academic staff's performance evaluation at UC is made on a three years' basis and takes into account four dimensions: investigation, teaching, knowledge transfer, university management and other tasks.

The evaluation procedures have five stages (self-evaluation, validation, evaluation, audience, and homologation) and include the following participants: teacher, OU's Director, OU's Scientific Board, OU's Evaluation Commission, Evaluators Panel, Coordinator Council of Academic Staff's Performance Evaluation and Rector. The final evaluation of each academic staff member is expressed in a four points scale: excellent, very good, good and not relevant. For each new evaluation cycle, a set of parameters defining the new goals for academic staff's performance and its components is set .

5.6. Observações:

Os docentes do curso são todos investigadores integrados em centros de investigação homologados pela agência portuguesa de Ciência e Tecnologia, a FCT.

5.6. Observations:

The academic staff members are also researchers integrated in scientific research centres endorsed by the Portuguese public agency that supports science, technology and innovation, in all scientific domains (FCT)

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Departamento de Física da UC: 7 elementos do pessoal não docente, afetos a 50% ao segundo ciclo;
Departamento de Matemática da UC: 11 elementos do pessoal não docente, afetos a 50% ao segundo ciclo;
Departamento de Ciências da Terra da UC: 2 elementos do pessoal não docente, afetos a 50% ao segundo ciclo;
Universidade de Nantes: 2 elementos do pessoal não docente, afetos a 50% ao segundo ciclo;
Universidade d'Annunzio: 6 elementos do pessoal não docente, afetos a 15% ao segundo ciclo.

N.B.: Nos semestres em que o curso decorre nas instituições estrangeiras serão alocados ao curso os recursos humanos, docentes e não docentes, dessas instituições, cujo número e características serão aferidos pelas agências de acreditação congéneres, na sequência dos pedidos de acreditação que decorrem em paralelo nesses países.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

Departament of Physics from UC: 7 non-academic staff members, at 50% ;
Departament of Mathematics from UC: 11 non-academic staff members, at 50%;
Departament of Earth Sciences from UC: 2 non-academic staff members, at 50%;
Universidade de Nantes: 2 non-academic staff members, at 50%;
Universidade d'Annunzio: 6 non-academic staff members, at 15%.

N.B.: During the 2nd, 3rd and 4th semesters, the number and preparation of non-academic staff members from foreign European institutions will be checked by the corresponding national accreditation agencies.

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

A qualificação académica do total dos 20 elementos de pessoal não docente distribui-se da seguinte forma:
i) [2] possuem o 4.º ano;
ii) [2] possuem o 6.º ano;
iii) [1] possuem o 9.º ano;
iv) [1] possuem o 11.º ano;
v) [8] possuem o 12.º ano;
vi) [5] possuem licenciatura;
vii) [7] possuem mestrado;
viii) [2] possuem doutoramento

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

The qualification of the 20 non-academic staff members is the following:
i) [2] have the 4th.º grade of the 1st cycle of elementary education;
ii) [2] have the 2nd grade of the 2nd cycle of elementary education;
iii) [1] have the 3th grade of the 3rd cycle of elementary education;
iv) [1] have the 5th grade of the 3rd cycle of elementary education;
v) [8] have finished high school;
vi) [5] have a licence degree;
vii) [7] have a MSc degree;
viii) [2] have a PhD degree

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

A Universidade de Coimbra garante uma avaliação do desempenho do seu pessoal não docente de acordo com o disposto na lei que rege o SIADAP que adotou o método de gestão por objetivos, estabelecendo uma avaliação do desempenho baseada na confrontação entre objetivos fixados e resultados obtidos. O processo de avaliação é bienal e

concretiza-se: em reuniões com o/a avaliador/a, superior hierárquico/a imediato/a, para negociação e contratualização dos objetivos anuais e para comunicação dos resultados da avaliação; e no preenchimento de um formulário de avaliação. A avaliação visa identificar o potencial de desenvolvimento do pessoal e diagnosticar necessidades de formação. Para a aplicação do SIADAP, o processo é supervisionado pela Comissão Paritária e pelo Conselho Coordenador da Avaliação.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The University of Coimbra guarantees an assessment of the performance of its non-teaching staff in accordance with the provisions of the law that governs SIADAP, which adopted the management by objectives method, establishing a performance assessment based on the confrontation between the objectives set and the results obtained. The evaluation process is biennial and takes place: in meetings with the evaluator, the immediate superior, in order to negotiate and set the annual objectives and to communicate the evaluation results; and filling in of an evaluation form. The assessment aims to identify the potential for staff development and identify training needs. For the application of SIADAP, the process is supervised by the Joint Committee and the Evaluation Coordinating Council.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

No semestre letivo que decorre em Coimbra a maioria das aulas do EMJM GeoPlaNet terão lugar no Departamento de Física, onde existem um grande auditório, quatro anfiteatros, nove salas de aulas, três salas de computadores e nove laboratórios didáticos. Também nos departamentos de Matemática e Ciências da Terra existem anfiteatros, salas de computador, salas de aula e salas de leitura, para utilização dos estudantes.
Os estudantes terão acesso livre às tecnologias de informação disponíveis na UC (Eduroam, Biblioteca de conhecimento online b-On, repositório "Estudo Geral", licença de campus Matlab), às bibliotecas da UC, em particular a biblioteca geral e as bibliotecas de Física e Química, Matemática e Engenharias e ainda ao Centro Ciência Viva Rómulo de Carvalho.
Ademais os estudantes que venham a realizar o seu trabalho de tese na UC terão acesso às estruturas e equipamentos do respectivo centro de investigação e infraestruturas de computação do Laboratório de Computação Avançada.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

During the semester at the UC, most of the EMJM GeoPlaNet classes will take place at the Department of Physics, where there is one auditorium, four amphitheaters, nine classrooms, three computer rooms and nine didactic labs. Also at the Mathematics and Earth Sciences departments, the students have the required amphitheaters, computer rooms,
lecture rooms and didactic labs.
Students will have free access to the information technologies available at UC (Eduroam, b-On online knowledge library, "General Study" repository, Matlab campus license), to UC libraries, in particular the university general library, and the Physics and Chemistry, Mathematics and Engineering libraries, and also to the Ciência Viva Rómulo de Carvalho Center.
In addition, the students who will carry out their thesis work at the UC will have access to the structures and equipment of the host research center, as well as to the high performance computing facility, LCA.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Computadores em salas de aulas e laboratórios didáticos nos departamentos relevantes da FCTUC, bem como os projetores vídeo existentes nas salas de aulas.
Kits Ótica Ondulatória (Difração, Aberrações, Polarização, Eletro-Óptica, Interferência e Holografia); Ótica de Fourier; Lasers (díodo, Nd:YAG, Q-Switch, He-Ne, fibra de Érbio); Comunicações óticas.
Espectrómetros; Experiência de e/m do eletrão; Kit de eletrostática e ótica básica; Lâmpadas espectrais; Placas 3-D Magnetic Field Demo.
Câmaras CCDMicroscópio de Efeito de Campo.
Sistemas de desenvolvimento para microcontroladores: PIC; Arduíno.
Postos de trabalho de eletrónica (osciloscópio e multímetro digital, gerador de ondas, fonte de alimentação).
Rede wireless da UC. Equipamentos dos Centros de Investigação associados aos departamentos envolvidos.
Equipamento de recolha e análise de informação geo-espacial: estações totais, níveis e recetores GNSS, para além de software de tratamento de informação geográfica.

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

Computers in classrooms and didactic labs in departments of the FCTUC concerned, and all video projectors in the classrooms.
Wave optics kits (Diffraction, Aberrations, Polarization, Electro-Optics, Interference and Holography); Fourier Optics; Lasers (diode, Nd:YAG, Q-Switch, He-Ne, Erbium fiber); Optical communications.
Spectrometers; Electron e/m experiment; Basic optics and electrostatics kit; Spectral lamps; 3-D Magnetic Field Demo.
CCD cameras; Experiments: Photoelectric effect, X-Ray, Electron diffraction, Zeeman effect, Franck-Hertz's, Millikan's, Electron Spin Resonance, Blackbody; Field effect microscope.
Development systems for microcontrollers: PIC; Arduino.
Electronics workplaces (oscilloscope, digital multimeter, wave generator, dual power supply).
UC Wireless network.
Equipment from the associated Research Center at the departments concerned.
Geologist compasses, rock hammers, GPS (Garmin).

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

Pergunta 8.1. a 8.4.

8.1. Unidade(s) de investigação, no ramo de conhecimento ou especialidade do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica.
http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/research-centers/formId/dd66f969-ed52-8f24-e39c-614cae306c73

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.
http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/dd66f969-ed52-8f24-e39c-614cae306c73

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:
http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/dd66f969-ed52-8f24-e39c-614cae306c73

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

Os docentes e colaboradores neste ciclo de estudos estão envolvidos em projetos de investigação vários em diversas áreas científicas, em particular de astrofísica, geofísica e geociências. Colaboram em áreas que vão da instrumentação optoelectrónica e desenvolvimento de detetores de radiação para FAE, RX, PET e aplicações médicas, a colaborações com o CERN tais como na experiência ATLAS e na experiência SHiP, com o PSI na experiência do raio do protão, a colaborações com a ESA e a NASA nas experiências AHEAD2020 e AMEGO, na experiência NEXT, bem como nas experiências de "dark matter", LZ e XENON. Existem também colaborações com empresas na área da gestão de energia (VPS), da aeroespacial (Active Space), e com a indústria 4.0 (Bosch).
O consórcio GeoPlaNet inclui um grupo de aproximadamente 20 parceiros associados disponíveis para hospedar e supervisionar estágios e dissertações EMJM:
Centro d'AstroBiologia em Madrid (ES), Open University (UK), University of Berne (CH), CUNI-Charles University (CZ), Centro Aeroespacial DLR em Berlin (GE), Observatoire Royal de Belgique (BE) e AUA-Agricultural University of Athens (GR); universidades do Novo México e Washington (EUA), Universidad de Atacama (CHL), Observatório Nacional do Brasil e Universidade de São Paulo (BR); Academia sinica de Taiwan (TWN) e ELSI de Tóquio (JP); duas Agências Espaciais ESA - European Space Agency (EUR) e JPL-Jet Propulsion Laboratory da NASA (EUA); start-ups especializados em VR e Instrumentação Espacial: VR2Planets, de Nantes; Active Space Technologies e ESA Business Incubation Center, de Coimbra.

Exemplos de projetos financiados pela FCT e outras entidades europeias, na área do ciclo de estudos.
-'GeoPlaNet: Rede Internacional de Investigação e Treino em Geociências Planetárias', (2017-2019), financiado pela Région des Pays De la Loire, 300.000,00 € (https://lpg-umr6112.fr/index.php?option=com_content&view=article&id= 1259: projet-geoplanet & catid = 11: recherche & lang = fr)
-ERASMUS+ Parceria Estratégica para o ensino superior (KA203), projeto GeoPlaNet-SP (2020-2023), financiado pela UE, 263.416,0 € (https://geoplanet-sp.eu)
- POCI-01-0145-FEDER-029932, PHOBOS - Origin, composition, evolution and exploration of Phobos (2018/07/01- 2021/06/30)

- C4G - Collaboratory for Geosciences (National Roadmap), (2017-2020), https://www.c4g-pt.eu/
- Missão AMEGO da NASA+ESA, https://asd.gsfc.nasa.gov/amego/index.html
- Magnetized neutron star matter: equation of state, properties, and structure of magnetars
-CA16214 - The multi-messenger physics and astrophysics of neutron stars
-COST Action CA16201: Unraveling new physics at the LHC through the precision frontier (PARTICLEFACE)
-MagNStar: Magnetized neutron star matter: equation of state, properties, and structure of magnetars
-ENgAGE SKA - ENAbling Green E-science for SKA - Capacitation and Sustainability of Portuguese participation in the SKA with radioastronomy as an Innovation Open Living Lab

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

The teachers and researchers from the HEIs involved in this EMJM program have had a solid collaboration inside the GeoPlaNet consortium since 2016. This consortium has already been accorded the following funded projects:
-'GeoPlaNet: International Research and Training Network in Planetary Geoscience', (2017-2019)
-ERASMUS + Strategic Partnership for higher education (KA203), GeoPlaNet-SP project (2020-2023), funded by the EU.

The GeoPlaNet consortium includes a group of ~20 associate partners available to host and supervise EMJM internships and dissertations. These partners include: Centro d'AstroBiologia em Madrid (ES), Open University (UK), University of Berne (CH), CUNI-Charles University (CZ), Centro Aeroespacial DLR em Berlin (GE), Observatoire Royal de Belgique (BE) e AUA-Agricultural University of Athens (GR); universidades do Novo México e Washington (EUA), Universidad de Atacama (CHL), Observatório Nacional do Brasil e Universidade de São Paulo (BR); Academia sinica de Taiwan (TWN) e ELSI de Tóquio (JP); duas Agências Espaciais ESA - European Space Agency (EUR) e JPL-Jet Propulsion Laboratory da NASA (EUA); start-ups especializados em VR e Instrumentação Espacial: VR2Planets, de Nantes; Active Space Technologies e ESA Business Incubation Center, de Coimbra.
Some further examples of projects financed by FCT and European entities, involving the HEIs.
- POCI-01-0145-FEDER-029932, PHOBOS - Origin, composition, evolution and exploration of Phobos (2018/07/01- 2021/06/30)
- C4G - Collaboratory for Geosciences (National Roadmap), (2017-2020), https://www.c4g-pt.eu/
- AMEGO mission, NASA+ESA, https://asd.gsfc.nasa.gov/amego/index.html
- PTDC/EAM-REM/30324/2017, UAS4Litter - Use of low-cost drones for the detection and mapping of marine litter on sandy beaches (2018-2022)
- Magnetized neutron star matter: equation of state, properties, and structure of magnetars
-CA16214 - The multi-messenger physics and astrophysics of neutron stars
-COST Action CA15213: Theory of hot matter and relativistic heavy-ion collisions (THOR)
-COST Action CA16201: Unraveling new physics at the LHC through the precision frontier (PARTICLEFACE)
-MagNStar: Magnetized neutron star matter: equation of state, properties, and structure of magnetars
-ENgAGE SKA - ENAbling Green E-science for SKA - Capacitation and Sustainability of Portuguese participation in the SKA with radioastronomy as an Innovation Open Living Lab

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Não são conhecidos dados oficiais específicos sobre a empregabilidade nesta área, nem o país dispõe de cursos similares a partir dos quais se possam tirar conclusões precisas. Porém os dados disponíveis publicamente acerca da empregabilidade de licenciados em áreas afins, em cursos de 1º ciclo de geofísica e das geociências, apontam para taxas de desemprego no todo nacional na ordem de 2.8%; não estão disponíveis publicamente dados equivalentes de diplomados do 2º ciclo.
A estratégia Portugal Espaço 2030 veio estabelecer no final de 2019, o objetivo de atrair, até 2030, um total de 2.500 milhões de euros para atividades relacionadas com o espaço proveniente de fontes nacionais e europeias, públicas e privadas.
A nível internacional estão previstos programas ambiciosos na indústria espacial pelos grandes blocos económicos mundiais. Este curso perspetiva portanto as vantagens em reforçar a formação superior em Geociências Planetárias na Europa.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

No specific official data on employability in this area are known, nor does the country have similar courses from which precise conclusions can be drawn. However, publicly available data on the employability of graduates in related areas, in 1st cycle courses in geophysics and geosciences, point to unemployment rates across the country in the order of 2.8%; equivalent data on second cycle graduates are not publicly available.
At the national level, the strategy "Portugal Space 2030" is to encourage investment, create qualified jobs and providing services related to Space science and technology within the European Space Agency (ESA). At the end of 2019, it was established that, until 2030, a total of 2.500 M€ in funds from the national and European sources, either public or private, would be used in activities related to Space.
At the international level, ambitious programs are foreseen by the space industry in the major global economic blocs.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

O mestrado EMJM GeoPlaNet aqui proposto é um curso cuja abertura pressupõe que é aprovado pela União Europeia (ERASMUS-EDU-2021-PEX-EMJM-MOB). Essa aprovação prevê o financiamento integral de 15 alunos por ano. Para além destes nesta primeira fase haverá ainda três vagas não financiadas a que se poderão candidatar quaisquer alunos, nacionais ou internacionais. É pois expectável uma grande atratividade do curso junto de estudantes de elevada qualidade e potencial.
A nível nacional não há cursos similares. Porém a análise dos dados da DGES para cursos em áreas conexas, apontam para a entrada de uma média de 21 alunos por ano nesses cursos. Os cursos que se consideraram são: Ciências e Tecnologia da Terra, da Atmosfera e do Espaço, da Universidade de Évora; Tecnologias Geoespaciais da Universidade Nova de Lisboa; Geociências da Universidade do Minho; Geociências da Universidade de Coimbra; Ciências Geofísicas da Universidade de Lisboa e; Engenharia Geoespacial da Universidade de Lisboa.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

The EMJM GeoPlaNet was submitted to approval by the European Union (ERASMUS-EDU-2021-PEX-EMJM-MOB). The approval provides for the full funding of 15 students per year. In addition to these 15 in the first phase there will also be three unfunded vacancies to which any student, national or international, can apply. It is therefore expected that this master can have a great attractiveness and arouse the interest of high quality students with great potential.
At national level there are no similar courses. However, the analysis of DGES data for courses in related areas, point to an average of 21 students per year in these courses. The courses that were considered are: Earth, Atmosphere and Space Sciences and Technology, from the University of Évora; Geospatial Technologies at Universidade Nova de Lisboa; Geosciences of the University of Minho; Geosciences of the University of Coimbra; Geophysical Sciences at the University of Lisbon and; Geospatial Engineering at the University of Lisbon.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Não existem outras instituições na região com um ciclo de estudos similar.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

There are no other institutions in the region with a similar study programme.

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

A maioria dos cursos congéneres analisados centra-se na componente das Geociências (Geologia/Geofísica/Geoquímica) e Ambiente, como é o caso dos que são oferecidos pelas universidades francesas de Paris, Grenoble e Lyon. Encontram-se cursos de mestrado com uma forte componente de Física/Matemática (University College of London) e/ou de Engenharia (SEEDS, IESs de Torino, Toulouse, Bremen), que porém não abrangem a componente de trabalho de campo, análogos planetários, mapeamento e SIG. O exemplo encontrado mais próximo do EMJM GeoPlaNet agora proposto é provavelmente o da Universidade de Paris-Saclay (M2 Planetary Science and Space Exploration). O curso proposto traz adicionalmente uma forte componente multicultural associada aos princípios que sustentam os cursos Erasmus+ e a preocupação com a aproximação ao tecido empresarial.

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Examples of similar courses at HEIs in the European Space, with duration and structure close to the EMJM GeoPlaNet, are centered in the study of Geosciences (Geology/Geophysics/Geochemistry) and Environment, such as those in the French universities of Paris, Grenoble and Lyon. There are others that require a strong background in Physics/Mathematics (University College of London) and/or Engineerings (SEEDS, HEIs from Torino, Toulouse and Bremen). These don't cover field work, planetary analogs, mapping and GISs. The M2 Planetary Science and Space Exploration in Paris-Saclay is probably the one most close to EMJM GeoPlaNet,but lacks the multiculturality of an Erasmus+ course and the proximity to space industries and start-ups.

This master course is innovative in the objectives, in the study plan and in internationalization, leading the student through very diverse experiences in each of the semesters of the course.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Outros cursos similares existentes no espaço europeu (ver alínea anterior) têm igualmente o objetivo de oferecer um curriculum abrangente que englobe o estudo dos interiores planetários e dos fenómenos atmosféricos e da superfície. Não obstante, a maioria tem o focus sobre o estudo da terra e dos fenómenos atmosféricos e um nº total de ECTS geralmente menor. Em alguns dos casos a duração do curso é muito mais curta (1 ano), o que sugere tratar-se de cursos com um conteúdo académico menos significativo.

Ademais o curso de mestrado GeoPlaNet diferencia-se dos seus concorrentes pelo seu caráter transnacional, com a consequente incorporação de culturas e práticas diferenciadas e a sua integração numa rede global de instituições de investigação e de empresas ligadas ao espaço.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Other similar courses in Europe (see above) also aim at offering a comprehensive curriculum that includes the study of planetary interiors and atmospheric and surface phenomena. Nevertheless, the majority seems to be more focused on the study of earth and atmospheric phenomena and have generally lower total number of ECTS. In some cases the duration of the course is much shorter (1 year), which suggests that these are courses with less significant academic content.

In addition, the EMJM GeoPlaNet course differs from its competitors due to its transnational character, with the consequent incorporation of different cultures and practices and its integration in a global network of research institutions and companies related to space.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

Cada aluno em estágio terá um orientador designado pela instituição em que ele decorre, que acompanha o andamento dos trabalhos e a escrita da tese final. Adicionalmente ser-lhe-á atribuído um orientador que seja docente da Universidade de Nantes (universidade responsável pelo projeto de estágio), que se encarregará de acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos de modo a assegurar que no fim do estágio o estudante está em condições de apresentar e defender uma tese com a qualidade e extensão compatíveis com a natureza do curso de mestrado.

Se o aluno realizar o estágio numa das universidades parceiras terá os recursos do centro de investigação em que estiver inserido e terá o apoio necessário para a prossecução dos trabalhos de investigação.

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

Each internship student will have an advisor appointed by the institution where it takes place, who monitors the progress of the work and the writing of the final thesis. Besides, he/she will be additionally assigned a co-supervisor who is a professor at the University of Nantes (responsible for the research internship), who will be in charge of monitoring the development of the work in order to ensure that at the end of the internship the student is able to present and defend a thesis with the quality and extent compatible with the nature of the master course.

If the student does the internship at one of the partner universities, he / she will have the resources of the research center in which he / she is working and will have the necessary support for the continuation of the research work.

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- O curso que é proposto diferencia-se de outros existentes na área das geociências no país e no espaço europeu por ser mais abrangente, menos focado no estudo da terra e mais nos planetas em geral, mais internacional e por estar associado a uma rede de instituições de investigação e desenvolvimento espalhadas pelo mundo, entre as quais algumas ligadas à indústria espacial e que já participaram em missões espaciais.
- Diferencia-se além disso dos demais cursos por ser um curso que, sendo aprovado, disporá de um número considerável de bolsas, com potencial para atrair alunos de excelência do mundo inteiro.
- É um curso em que o estudante percorre durante seu percurso académico pelo menos três universidades em outros tantos países permitindo-lhe experienciar as respetivas culturas, tendo adicionalmente a oportunidade de fazer um estágio num desses ou em outro país, integrado numa das instituições da rede de investigação acima referida (11.1.1).
- A nível europeu diferencia-se ainda pelo seu carácter interdisciplinar e nível de internacionalização. De facto, não há muitos cursos similares com a mesma duração, nº de ECTS e integração na investigação como o EMJM GeoPlaNet aqui proposto.
- A contribuição da Universidade de Coimbra para o EMJM GeoPlaNet é garantida pela larga experiência lectiva de muitas décadas dos departamentos diretamente envolvidos e pela investigação produzida nos centros de investigação neles sediados, cuja excelência e elevado prestígio internacional são reconhecidos por sucessivas avaliações independentes. Desta experiência lectiva releva-se a lecionação atual de cursos em áreas confinantes com o curso ora proposto, em particular o mestrado em Astrofísica e Instrumentação para o Espaço e o mestrado em Geociências. Há portanto sinergias através da partilha de experiências e de recursos, humanos e materiais.
- São também pontos fortes o elevado mérito e larga experiência académica do corpo docente e a excelência da investigação feita nos domínios relevantes para o curso proposto. Com efeito, nos três Departamentos diretamente envolvidos há grupos de investigação a trabalhar em diversas áreas da astrofísica, da astronomia, da geofísica e das ciências planetárias, em particular nos centros de investigação CITEUC, CFisUC, IA, CGeo e LIP.
- É também de relevar a longa experiência da FCTUC na colaboração com empresas e laboratórios de investigação exteriores à UC, quer através da promoção de estágios nessas instituições, quer também através da prestação de serviços e da cooperação na investigação de problemas específicos concretos.

12.1. Strengths:

- The course that is proposed differs from others existing in the field of geosciences in the country and in the European space because it is more comprehensive, and focused not only on the study of the earth but on the planets of the solar system in general. It is an international course that benefits from the large experience in Planetary Geosciences from an associated network of research and development institutions around the world. In many cases, these institutions are linked to the space industry and have already participated in space missions, bringing this important know-how to the course.
- Besides, it differs from other courses in that it is a course that, if approved, will have a considerable number of scholarships, with the potential to attract excellent students from all over the world.
- It is a course in which the students enroll in at least three universities in as many countries, experiencing their respective cultures, in addition to having the opportunity to do an internship in one of these or in another country, integrated in one of the research institutions of the aforementioned network (section 11.1.1).
- At European level, it is also distinguished by the comprehensiveness of its study plan, its interdisciplinary character and level of internationalization. In fact, there are few, if any, similar courses with the same duration, ECTS number and research integration as the EMJM GeoPlaNet proposed here.
- The contribution of the University of Coimbra to the EMJM GeoPlaNet is guaranteed by the extensive teaching experience of many decades of the departments directly involved and by the research produced in the research centers located there, whose excellence and high international prestige are recognized by successive independent evaluations. The teaching of courses in areas adjacent to the proposed course is highlighted, in particular the Masters in Astrophysics and Instrumentation for Space and the Masters in Geosciences, is underlined in particular. There are therefore synergies through the sharing of experiences and resources, both human and material.
- Also strong points are the high merit and wide academic experience of the faculty and the excellence of the research carried out in the relevant domains for the proposed course. Indeed, in the three Departments directly involved, there are research groups working in different areas of astrophysics, astronomy, geophysics and planetary sciences, in particular in the research centers CITEUC, CFisUC, IA, CGeo and LIP.
- It is also worth noting FCTUC's long experience in collaboration with companies and research laboratories outside the UC, either through the promotion of internships in these institutions, or also through the provision of services and cooperation in the investigation of specific concrete problems.

12.2. Pontos fracos:

- Há sobrecarga lectiva dos docentes dos DF, DM e DCT da UC, o que condiciona a implementação de novas metodologias lectivas e a prossecução e a diversificação das atividades de investigação e desenvolvimento, nomeadamente em áreas multidisciplinares como as que são relevantes para o mestrado proposto.

12.2. Weaknesses:

- There is a teaching overload of the DF, DM and DCT teachers at UC, which hinders the implementation of new teaching methodologies and the pursuit and diversification of research and development activities, namely in multidisciplinary areas such as those relevant to the proposed Masters.

12.3. Oportunidades:

- O facto de se estar a acentuar o interesse de muitos mais países pela exploração espacial, o desenvolvimento de novas tecnologias de observação da terra a partir do espaço e das telecomunicações e o concomitante aparecimento de clusters de serviços suportados nessas tecnologias, fazem antever uma grande procura por profissionais qualificados nas áreas do conhecimento da astrofísica e das geociências planetárias.
- A proposta de um investimento de 2500 M€ até 2030 na área do Espaço, no âmbito do novo programa Horizonte Europa, melhora as perspetivas de saídas profissionais para os estudantes deste curso.
- A crescente capacidade de detecção de exoplanetas e a capacidade de medir as respetivas condições de habitabilidade despertam interesse particular e criam oportunidades para este curso.
- A perspectiva de se virem a descobrir traços de vida fora do planeta terra são certamente uma grande oportunidade para um curso que ensina planetologia.

12.3. Opportunities:

- The fact that many more countries are increasingly interested in space exploration, the development of new technologies for observing the earth from space and the telecommunications, together with the concomitant appearance of clusters of services supported by these technologies, foresee a great demand for qualified professionals in the areas of knowledge of astrophysics and planetary geosciences.
- The current plan to apply 2500 M€ until 2030 in the field of Space, in the framework of the programme Horizonte Europa, greatly improves career prospects for students of this master course.
- The increasing capacity for detecting exoplanets and the ability to measure the respective habitability conditions are of particular interest and create opportunities for this course.
- The prospect of discovering traces of life outside planet Earth is certainly a great opportunity for a course that teaches planetology.

12.4. Constrangimentos:

- A baixa taxa de natalidade em Portugal e a rarefação demográfica, em particular na Região Centro, tem impacto na redução da procura do ensino superior e põe em perigo a obtenção de massa crítica para operar um ensino e investigação de excelência nesta região.
- O facto de haver pouca indústria na região de Coimbra, dificulta o envolvimento com empresas tecnológicas de maior dimensão. Não obstante, existe uma profícua colaboração com laboratórios de investigação/desenvolvimento e as empresas tecnológicas de nicho, aqui sediadas.
- O aumento do potencial de atratividade das universidades localizadas nas zonas metropolitanas de Lisboa e do Porto, mercê da sua dinâmica mas também do facto de serem essas as zonas populosas do país, é um desafio. A Universidade de Coimbra há muito que aceitou esse desafio como a realidade em que desenvolve os seus projetos e iniciativas.
- O facto de Coimbra ter uma posição geográfica periférica no contexto europeu mas também no país, com fracas ligações aos aeroportos, torna menos ágil a deslocação de pessoas entre os centros académicos e científicos da Europa central, no que é manifestamente um factor de perda de competitividade comparativa. A importância e viabilidade das colaborações à distância foram recentemente postas à prova e saíram reforçadas.
- As políticas de financiamento da investigação do país, tantas vezes incertas e irregulares, dificultam e muito a prossecução de estratégias de desenvolvimento científico consistentes e continuadas.

12.4. Threats:

- The low birth rate in Portugal and the demographic rarefaction, particularly in the Center Region, has an impact on the reduction in demand for higher education and endangers the necessary critical mass to operate teaching and research of excellence in this region. The eventual increase of the attractiveness by universities located in the metropolitan areas of Lisbon and Porto, due to their dynamics but also to the fact that these are the de facto populous areas of the country, is also a challenge.
- The fact that the Coimbra region is a weakly industrialized region makes it more difficult to boost the involvement oflarger technological companies with our courses. Nevertheless, there exists a fruitful collaboration with research/development laboratories and the niche technological companies based here.
- The fact that Coimbra has a peripheral geographical position in the European context but also in the country, with poor connections to airports, makes the movement of people between academic and scientific centers in central Europe less agile, which is clearly a factor in the loss of comparative competitiveness. However, educational and research

collaborations at distance are, each time more, a reality that came to stay.
- The country's research funding policies, so often uncertain and irregular, make it very difficult to pursue consistent and continuous scientific development strategies.

12.5. Conclusões:

Da análise SWOT resulta claro que existe uma conjuntura favorável à existência de um Mestrado em Ciências Planetárias com as características que aqui se propõem, pela originalidade do curso, pelo caráter internacional e pelas muitas parcerias que reúne, entre centros de investigação na área das Geociências Planetárias e empresas de desenvolvimento de tecnologia para o Espaço.
Os departamentos de Física, Matemática e Ciências da Terra da FCTUC têm uma longa história de ensino e investigação nas áreas relevantes para o mestrado em questão e os seus docentes são qualificados e estão integrados em centros de investigação que têm sido avaliados com classificações de excelente e muito bom em sucessivas rondas de avaliação da FCT. Parte desta investigação relaciona-se diretamente com as áreas cobertas pelo mestrado em apreço. Os departamentos em questão têm em funcionamento cursos em todos ou alguns dos ciclos de ensino superior nas áreas da Física, Engenharia Física, Astrofísica e Geociências.
O mestrado enquadra-se no panorama do ensino e da investigação a nível europeu diferenciando-se dos cursos análogos existentes. Responde a uma necessidade de pessoal qualificado, com uma cultura diversificada, interdisciplinar, mas sólida, na área das ciências planetárias e contribui para a internacionalização do ensino na Europa.
Responde ainda aos planos que Portugal e a Europa delinearam para o país na área do Espaço, no contexto do programa financeiro Horizonte Europa. Responde, finalmente, ao desígnio que visa manter a Europa como potência científica e tecnológica na vanguarda do conhecimento da Terra e do Espaço e das respostas que se impõem e são prementes em face das transformações globais do planeta.

12.5. Conclusions:

From the SWOT analysis it is clear that there is a context favorable to the existence of a Master's Degree in Planetary Sciences with the characteristics that are proposed here, for its originality, its international nature and for all the partnerships gathered through the GeoPlaNet consortium and that include research institutions in Planetary Geosciences, but also companies that develop instrumentation for Space.
The departments of Physics, Mathematics and Earth Sciences of FCTUC have a long history in teaching and research in the areas relevant to the master's degree under consideration here. Their teachers are qualified and integrated in research centers that have been evaluated with ratings of excellent and very good in successive rounds of the FCT assessment. Part of this research is directly related to the areas covered by the Master in question. These departments have courses in all or some among higher education cycles in the areas of Physics, Physical Engineering, Astrophysics and Geosciences.
The master's degree fits into the panorama of teaching and research in Europe, differing from existing similar courses. It responds to a need for qualified personnel, with a diverse, interdisciplinar, but solid culture, in the areas of planetary sciences and contributes to the internationalization of the education in Europe.
It complies with current plans from Portugal and the European Comission for the development of the Space Area in the country, in the context of the Horizon Europe. Finally, it responds fully to the aim to maintain Europe as a scientific and technological power at the forefront of knowledge of Earth and Space and of with the capacity to respond actively, as required, to the global changing of the planet.