Ficha de Unidade Curricular –

1. Caracterização da Unidade Curricular.

1.1. Designação da unidade curricular ***(1.000 carateres).***
Nanofabricação e Caracterização de Nanoestruturas
Fabrication and characterization of nanomaterials

1.2. Sigla da área científica em que se insere ***(100 carateres).***
OPT

1.3. Duração[1] ***(100 carateres).***
Semestral

1.4. Horas de trabalho[2] ***(100 carateres).***
162

1.5. Horas de contacto[3] ***(100 carateres).***
T=30, TP=15; PL=22.5, Total=67.5

1.6. ECTS ***(100 carateres).***
6

1.7. Observações[4] ***(1.000 carateres).***
Obrigatoria;

1.7. Remarks ***(1.000 carateres).***
Mandatory

2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular ***(preencher o nome completo) (1.000 carateres).***
António Filipe Ruas da Trindade Maçarico; 37.5

3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular ***(1.000 carateres).***
Elisabete Clara Bastos do Amaral Alegria 30

4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). ***(1.000 carateres)***.

- Após a aprovação na unidade curricular, o aluno deverá possuir a capacidade de:
- Compreender a constituição da matéria, periodicidade dos elementos na tabela periódica, e tratamentos quânticos simples de átomos e moléculas.
- Compreender o como e porquê de os átomos se combinarem formando substâncias ou materiais (ligação química e respetivas teorias).
- Relacionar a composição de estruturas atómicas/moleculares/macromoleculares, cristalinas ou não, com as propriedades físicas, mecânicas e óticas dos materiais.
- Conhecer e saber selecionar as técnicas experimentais e o tratamento teórico mais adequado para investigar as propriedades estruturais de um material. Capacidade de interpretar resultados de ensaios mecânicos/térmicos/óticos.
- Selecionar materiais para aplicações em Engenharia Optoelectrónica e Fotónica.
- Conhecerem diferentes técnicas de processamento de nanomateriais. Identificar as vantagens e limitações.
- Selecionar as tecnologias de processamento.
- Saber selecionar o melhor método de caracterização dos materiais.
- Ter em conta o efeito que estes materiais têm no ambiente.

4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students). ***(1.000 characters).***

- General Chemistry address issues of fundamental knowledge in Chemistry, providing the students the requirements to support a sustained development of the course. Therefore, the students will acquire the following specific skills:

- Understand matter constitution, periodicity of elements in the periodic table, and simple quantum mechanical treatments of atoms and molecules.
- Understand how and why atoms combine to form substances or materials (chemical bonding and respective theories).
- Relate the composition of atomic/molecular/macromolecular structures, crystalline or not, with the physical, mechanical and optical properties of materials.
- Know how to select the most suitable characterization methods for micro- and nano-scale materials. Ability to interpret mechanical/thermal/optical test results.
- Select materials for applications in Optoelectronics and Photonics Engineering.
- Know different techniques for processing nanomaterials. Identify the advantages and limitations.
- Select processing technologies.
- Know how to select the best material characterization method.
- Consider the effect these materials have on the environment.

5. Conteúdos programáticos ***(1.000 carateres).***

- Introdução ao Modelo Quântico do átomo. Propriedades periódicas dos elementos.
- Ligação Química em Moléculas Diatómicas: Teoria das Orbitais Moleculares (TOM). Introdução à espectroscopia de visível, UV e IV; Processos Fotoquímicos elementares. Ligação Química em Moléculas poliatómicas - Teoria do Enlace de Valência (TEV).
- Forças Intermoleculares e propriedades de compostos covalentes
- Tipos de sólidos e fatores que influenciam o tipo de estrutura. Relações estrutura-propriedades macroscópicas. Sólidos iónicos, metálicos, covalentes e moleculares. Ligação metálica. Teoria das bandas e condutividade elétrica. Condutores, Semicondutores e Isolantes.
- Fundamentos de Cinética e Termodinâmica Química. Reações Ácido-Base e de Dissolução.
- Reações de Oxidação-Redução. Eletroquímica. Corrosão e métodos de proteção contra a corrosão.
- Nanomateriais. Síntese e caracterização estrutural. Propriedades físicas, mecânicas e ópticas.
- Compósitos e Nanocompósitos. Compósitos reforçados com Nanopartículas. Compósitos Estruturais. Processamento e Aplicações.
- Enquadramento histórico dos nanomateriais.
- Nanoestruturas, as duas abordagens distintas no desenvolvimento de nanoestruturas e / ou nanomateriais: processamento de cima para baixo,top-down e fabricação de baixo para cima, bottom-up. O terceiro componente é a síntese / fabricação de nanopartículas.
- Processos materiais e equipamentos.
- Conceitos de fotolitografia, técnicas de corrosão (corrosão húmida e corrosão de plasma), técnicas de deposição (PECVD, Evaporação técnica, Laser Ablation, Sputtering)
- Explicação e identificação dos princípios físicos e instrumentais das técnicas, incluindo a caracterização em escala molecular e contínua (macroscópica) de materiais orgânicos e inorgânicos e sua aplicação a questões específicas
- Caracterização experimental (AFM, SEM, UV-VIS, FTIR, SEM).
- Preparação de diferentes tipo de nanoestruturas.
- Nanotoxicologia

5. Syllabus ***(1.000 characters).***

- Introduction to the Quantum Model of the Atom. Periodic properties of the elements.
- Chemical Bond in Diatomic Molecules: Molecular Orbital Theory (TOM). Introduction to visible, UV and IR spectroscopy. Elementary Photochemical Processes. Chemical Bond in Polyatomic Molecules – Valence Bond Theory (TEV).
- Intermolecular Forces and Properties of Covalent Compounds.
- The Solid State of Matter. Lattice Structures in Crystalline Solids. Macroscopic structure-property relationships. Ionic, metallic, covalent and molecular solids. Most common structures. Metallic bond. Band Theory of Electrical Conductivity. Electrical properties of solids: Conductors, Semiconductors and Insulators.
- Fundamentals of Chemical Kinetics and Thermodynamics. Acid-Base and Dissolution Reactions.
- Oxidation-Reduction Reactions. Electrochemistry. Corrosion and Corrosion Protection Methods.
- Nanomaterials. Synthesis and structural characterization. Physical, mechanical and optical properties.

- Composites and Nanocomposites. Nanoparticle Reinforced Composites for Structural Applications.
- Historical framework of nanomaterials.
- Nanostructures, the two distinct approaches in the development of nanostructures and/or nanomaterials: top-down, top-down processing and bottom-up, bottom-up fabrication. The third component is the synthesis / fabrication of nanoparticles.
- Material processes and equipment.
- Concepts of photolithography, corrosion techniques (wet corrosion and plasma corrosion), deposition techniques (PECVD, Technical Evaporation, Laser Ablation, Sputtering)
- Explanation and identification of the physical and instrumental principles of the techniques, including the molecular and continuous (macroscopic) scale characterization of organic and inorganic materials and their application to specific issues
- Experimental characterization (AFM, SEM, UV-VIS, FTIR, SEM).
- Preparation of different types of nanostructures.
- Nanotoxicology

6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular ***(1.000 carateres).***

- Aulas teórico práticas com exposição e introdução aos temas que compoem o curriculum da disciplina e aulas de Laboratório com introdução aos campos abrangentes (vácuo, rádio frequência, etc) de modo a entender as técnicas de deposição física de PECVD, PTE, Sputtering e no laboratório de optoelectrónica para caracterização dos materiais(AFM, SEM, UV-VIS, FTIR, etc.)

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

- Theoretical-practical classes with exposure and introduction to topics that cover the curriculum of the discipline and Laboratory classes with introduction to comprehensive fields (vacuum, radio frequency, etc.) in order to understand the physical deposition techniques of PECVD, PTE, Sputerring and in the optoelectronics laboratory for materials characterization (AFM, SEM, UV-VIS, FTIR, etc.)

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) ***(1.000 carateres).***

Avaliação contínua:
- 2 testes parciais (T1 e T2). O aluno terá aproveitamento na componente teórica de avaliação contínua se, na média dos dois testes obtiver uma nota igual ou superior a 9,5 valores.
- A classificação final da componente prática (Q) é dada pela média dos trabalhos experimentais: 45% desempenho laboratorial + 55% relatório final.

A nota final corresponde à média ponderada da nota teórica (75%) com a nota prática (25%) que deverá ser igual ou superior a 9,5 valores. Nota Final (NF) = 0,25 * Q + 0,75 * [(T1+T2)/2]

Avaliação por exame:
Exame Final (EF). Aprovação com a classificação mínima de 9,5 valores. NF = 0,25*Q + 0,75*EF.

7. Teaching methodologies (including assessment) ***(1.000 characters).***

Continuous assessment:
Evaluation will be done through:
- 2 partial tests held during the semester (T1 and T2). (T1+T2)/2 (minimum grade of 9,5)
- Final classification of the practical component (Q) is given by the average of the experimental works: 45% laboratory performance + 55% final report.
- Final Grade (FG) = 0,25 * Q + 0,75 * [(T1+T2)/2]. (FG greater than 9,5)

Final exam evaluation:
Final Exame (FE). FG = 0,25*Q + 0,75*FE (FE greater than 9,5). Approval with a minimum grade of 9,5.

8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular ***(3.000 carateres).***

Esta unidade curricular funciona com aulas de caracter teórico pratica, onde a matéria teórica é apresentada seguida de resolução de exemplos/problemas para consolidar os conhecimentos adquiridos. Paralelamente existem aulas de laboratório onde os alunos têm de realizar algumas experiências relacionadas com os conhecimentos lecionados nas aulas teóricas.

8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes ***(3.000 characters).***

This curricular unit is based in theoretical practical classes, where the theoretical contents are presented followed by solving examples / problems to consolidate the knowledge acquired. In parallel there are

laboratory classes where students have to carry out some experiments related to the knowledge obtained in theoretical classes.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória *(1.000 carateres).*

- *Chang, R., K. Goldsby, A., Chemistry, McGraw-Hill, 12th ed., 2016.*
- *C.E. Housecroft; A.G. Sharpe, Inorganic Chemistry, Prentice Hall, 2nd ed., 2005.*
- *Jeremy Ramsden (2016), Nanotechnology (2nd Edition), Elsevier358 pages, ISBN: 9780323393140*
- *Kharissova, Oxana Vasilievna, Torres-Martinez, Leticia Myriam, Kharisov, Boris Ildusovich (2021) (Eds.) Handbook of Nanomaterials Nanocomposites for Energy and Environmental Applications, Spinger ISBN ISBN 978-3-030-36269-0*
- *Douglas Natelson(2015), Nanostructures and Nanotechnology, Cambridge University Press*

---

[1] Anual, semestral, trimestral, …

[2] Número total de horas de trabalho.

[3] Discriminadas por tipo de metodologia adotado (T - Ensino teórico; TP - Ensino teórico-prático; PL - Ensino prático e laboratorial; TC - Trabalho de campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação tutorial; O - Outro).

[4] Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.