instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Ciência dos Materiais
Licenciatura em Engenharia Química e Biológica

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4098] Ciência dos Materiais / Materials Science

2. Sigla da área científica em que se insere	CEE
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	108h 00m
5. Horas de contacto	Total: 45h 00m das quais T: 30h 00m | TP: 15h 00m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	4
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1599] Maria Paula Alves Robalo | Horas Previstas: N/D
9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular	Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

Após a aprovação, o estudante deverá estar apto a demonstrar e aplicar conhecimento teórico sobre diversos materiais e resolver problemas de materiais, designadamente:
1. Conhecer e demonstrar como as estruturas atómicas/moleculares/macromoleculares, cristalinas/não-cristalinas, influenciam e são usadas para prever as propriedades físicas, mecânicas, eletrópticas e químicas dos materiais, estabelecendo correlações estrutura-propriedades.
2. Selecionar métodos de caraterização micro e nanoestrutural dos materiais e interpretar os resultados experimentais.
3. Conhecer, interpretar e utilizar informação produzida em ensaios mecânicos/térmicos/eletrópticos para manipular e selecionar materiais para diferentes aplicações.
4. Saber descrever as principais técnicas de fabricação/processamento de materiais, tendo por base as suas propriedades e a aplicação desejada.
5. Saber selecionar materiais com base nas suas propriedades e índices de desempenho, incluindo custos e sustentabilidade.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

Upon approval, the student should be able to demonstrate and apply theoretical knowledge of materials and solve materials problems, namely:
1. Know and demonstrate how atomic/molecular/macromolecular and crystalline/noncrystalline structures influence and are used to predict their physical, mechanical, electroptical and chemical properties, allowing the establishment of structure-properties relationships.
2. Select micro and nanostructural characterization methods of materials and interpret the experimental results.
3. Know, interpret, and use the results of mechanical/thermal/electrooptical tests to manipulate and select materials for different applications.
4. Know to describe the main fabrication/processing techniques of materials based on their properties and envisioned application.
5. Know how to select materials based on their properties and performance indices, including costs and sustainability.

11. Conteúdos programáticos

1. Classificação dos materiais. Importância dos materiais na Ciência, Tecnologia e Engenharia.
2. Materiais cristalinos e não cristalinos. Defeitos. Difusão. Propriedades eletrópticas. Caracterização micro e nanoestrutural.
3. Metais e ligas. Propriedades mecânicas. Deformação elástica e plástica. Diagramas de fases e transformações de fase. Tratamentos térmicos. Corrosão e seu controlo. Aplicações.
4. Materiais cerâmicos. Estruturas. Propriedades mecânicas. Processamento e aplicações.
5. Polímeros. Métodos de polimerização. Caraterização estrutural. Propriedades físicas, mecânicas e eletrópticas. Análise térmica. Correlações estrutura-propriedades. Processamento de polímeros. Degradação de polímeros. Aplicações.
6. Nanomateriais. Síntese e caracterização estrutural. Propriedades físicas, mecânicas e electrópticas. Aplicações.
7. Compósitos e nanocompósitos. Compósitos reforçados com partículas e com fibras. Compósitos estruturais. Processamento e aplicações.
8. Selecção de materiais.

11. Syllabus

1. Materials classification. Importance of materials in Science, Technology and Engineering.
2. Crystalline and noncrystalline materials. Imperfections. Diffusion. Electroptical properties. Micro and nanostructural characterization.
3. Metals and alloys. Mechanical properties. Elastic and plastic deformations. Phase diagrams and phase transformations. Thermal treatments. Corrosion and its control. Applications.
4. Ceramics. Structures. Mechanical properties. Processing and aplications.
5. Polymers. Polymerization methods and structural characterization. Physical, mechanical and electroptical properties. Thermal analysis. Structure-properties relationships. Polymer processing. Polymers degradation. Applications.
6. Nanomaterials. Synthesis and structural characterization. Physical, mechanical and electroptical properties. Applications.
7. Composites and nanocomposites. Particle- and fiber-reinforced composites. Structural composites. Processing and Applications.
8. Materials selection.

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

O objetivo de aprendizagem (OA) 1 é transversal e integrador, sendo o conhecimento da estrutura da matéria e formas de organização nos diferentes materiais, assuntos tratados nos conteúdos programáticos (CP) 1-7. A caracterização micro e nanoestrutural, correspondendo ao OA2, é realizada através de técnicas espectroscópicas, de análise morfológica e de superfície, sendo crucial para a racionalização das diversas propriedades dos materiais. Para cada tipo de material serão apresentadas as principais técnicas de caracterização (CP2). O conhecimento associado aos principais ensaios mecânicos e térmicos (OA3) é conseguido através da lecionação dos principais ensaios a que são sujeitos os materiais em diversos subtópicos dos CP3-7. Serão apresentadas algumas das técnicas de fabricação e processamento de materiais tendo em vista várias aplicações (CP3-7), focando o OA4. A lecionação do CP8 relaciona-se com o OA5 e integra os conhecimentos sobre os materiais e suas propriedades.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

Learning objective (LO) 1 is transversal and integrative, being knowledge of the matter structure and the ways it is organized, in the different materials, covered in syllabus content (SC) 1-7. The micro and nanostructural characterization, corresponding to LO2, is carried out using spectroscopic techniques, morphological and surface analysis, being crucial for the rationalization of the different properties of the materials. For each type of material, the main characterization techniques (SC2) will be presented. Knowledge associated with the main mechanical and thermal tests (LO 3) is achieved through teaching the main tests to which materials are subjected in the various sub-topics of SC3-7. Some of the techniques for manufacturing and processing materials will be presented with the focus in the various applications (CP3-7), converging to LO4. The teaching of SC8 is related to LO5 and integrates knowledge about materials and their properties.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

A metodologia de ensino compreende aulas teóricas e teórico-práticas. Os conteúdos programáticos são lecionados nas sessões teóricas, com suporte de material de apoio disponibilizado no Moodle e dabibliog rafia recomendada. Nas sessões teórico-práticas são realizados exercícios de aplicação. No decorrer do semestre os alunos fazem ainda uma monografia, focada num tópico específico, sobre materiais emergentes ou tecnologias e aplicações daí derivadas, sendo fundamental na aquisição do conhecimento.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

The teaching methodology includes theoretical and theoretical-practical classes. The program content is taught during the theoretical sessions, supported by supplementary materials available on Moodle and the recommended bibliography. During the theoretical-practical sessions, application exercises are carried out. Throughout the semester, students also complete a monographic assignment focused on a specific topic related to emerging materials or derived technologies and applications, which is fundamental for knowledge acquisition.

14. Avaliação

A avaliação de conhecimentos é realizada por avaliação distribuída com exame final, que consiste na realização de um teste escrito final (TE) e um trabalho monográfico (M) obrigatório, com apresentação e discussão. Os estudantes ficam dispensados do exame final (EF), caso tenham obtido avaliação positiva no teste final (TE). A classificação final (CF) será determinada por: CF = 0,6xTF + 0,4xM >=9,50 valores. Em alternativa, a aprovação pode ser obtida através de um exame final (EF): CF=0,6xEF + 0,4xM >= 9,50 v. É exigida classificação mínima >= 9,50 v no TE/EF e M.

14. Assessment

Distributed assessment involves the completion of a final written test (WT) and a mandatory monographic assignment (M), including presentation and discussion. Students are exempt from the final exam (FE) if they have received a positive evaluation in the final test. The final classification (FC) will be determined by: FC=0.6xFT + 0.4xM >= 9.50 values. Alternatively, approval can be obtained through a final exam (FE): FC=0.6xFE + 0.4xM >= 9.50 v. A minimum rating of >= 9.50 v on the WT/FE and M is required.

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

A lecionação teórica dos diversos conteúdos programáticos constitui a pedra base do conhecimento a adquirir na disciplina, a qual lançará igualmente a base científica para a elaboração dos trabalhos monográficos. Sempre que existam recursos disponíveis (online e outros), recorrer-se-á à divulgação de alguns dos conteúdos integrantes do programa através de meios multimédia, de modo a potenciar, designadamente, a melhor compreensão de processos e tecnologias associadas ao fabrico e processamento de materiais e suas aplicações.
A metodologia de ensino e o modelo de avaliação implementado assenta na aprendizagem individual e também na aprendizagem realizada em grupo. A primeira resultará do acompanhamento e estudo contínuo das matérias lecionadas em sala de aula com o auxílio da bibliografia recomendada e outros meios de apoio e a segunda através da análise e discussão em grupo de tópicos específicos relevantes para a ciência dos materiais aquando da elaboração dos trabalhos monográficos. Estes dois vetores permitirão ao estudante atingir com a profundidade adequada os vários objetivos de aprendizagem definidos para os diversos tópicos da matéria e desenvolver simultaneamente capacidades argumentativas lógicas que lhe permitirão projetar o seu raciocínio dedutivo na resolução de novos problemas.
A elaboração dos trabalhos monográficos sobre tópicos mais especializados da ciência dos materiais, que aprofunda e/ou estabelece interface com os conteúdos programáticos lecionados, focando materiais emergentes ou tecnologias e aplicações daí derivadas, permitirá o desenvolvimento de competências analíticas e de síntese de revisão da literatura por parte de cada estudante. Dado que os trabalhos monográficos constituir-se-ão como revisões bibliográficas críticas sobre os temas selecionados, tal implicará a consulta obrigatória e rigorosa a bases de dados científicas através de plataformas disponíveis online, fomentando boas práticas para a realização de qualquer projeto científico. Os trabalhos serão igualmente alvo de apresentação oral, permitindo aos estudantes reforçar as suas competências comunicacionais, constituindo uma forma complementar de validação dos objetivos de aprendizagem.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

The learning outcomes are strongly based on lectures which are essential to a comprehensive coverage of all the syllabus topics, which are also intended to construct the basic scientific knowledge for the preparation of the monographic works. Whereas available resources exist (online and others), they will be used for the dissemination of information on several topics of the syllabus through multimedia systems in order to enhance a better understanding of, for instance, processes and technologies associated to the materials fabrication and processing and their applications.
The implemented teaching methodology and the evaluation model are based on individual learning and also in group learning. The first of them is a result of the continuous follow-up study of the class lectured topics with the help of recommended bibliography and other available learning supports and the second through the in-group analysis and discussion of specific topics relevant to the science of materials while preparing and presenting the monographies. These two vectors will allow the student to accomplish in an appropriate manner the previously defined learning goals for the several topics and simultaneously develop logical argumentative skills that will allow him to modulate his deductive reasoning in the resolution of new problems.
The preparation of monographies on specialized materials? science topics, that deepen and/or establish interfaces with lectured contents, focusing on emerging materials, technologies and applications, will allow the development of both analytical and synthetic skills of literature reviewing by each student. Since the monographies will be constructed as critical bibliographic reviews about a selected theme, that will imply the obligatory thorough search on scientific databases through available online sources, prompting for good practices in the preparation of any scientific project. The monographic work of the students will also be scrutinized in oral presentations as a further assessment of the learning outcomes, providing meanwhile the reinforcement of their communicational skills.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Callister Jr., W.D., & Rethwisch, D.G. (2017). Materials Science and Engineering: An Introduction (10 th ed.). Wiley.
2. Smith, W.F. & Hashemi, J. (2021). Foundations of Materials Science and Engineering (7 th ed.). McGraw-Hill.
3. Hibbeler, R. C. (2018). Mechanics of Materials (10 th ed.). Pearson.
4. Ghosh, P. (2011). Polymer Science and Technology: Plastics, Rubbers, Blends and Composites (3 rd ed.). McGraw-Hill.
5. Pradeep, T. (2007). NANO: The Essentials. Understanding Nanoscience and Nanotechnology. McGraw-Hill Publs. Comp.
6. Ashby, M. F. (2005). Materials Selection in Mechanical Design (3 rd ed.). Elsevier.

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-07-30

Data de aprovação em CP: 2025-07-29