

## Ficha de Unidade Curricular – (Versão A3ES 2018-2023)

1. **Caracterização da Unidade Curricular.**
  - 1.1. **Designação da unidade curricular (1.000 carateres).**  
Design e Impressão 3D/ Design and 3D Printing
  - 1.2. **Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).**  
OUT
  - 1.3. **Duração<sup>1</sup> (100 carateres).**  
Semestral
  - 1.4. **Horas de trabalho<sup>2</sup> (100 carateres).**  
162
  - 1.5. **Horas de contacto<sup>3</sup> (100 carateres).**  
67.5 ; TP = 18 ; PL = 49.5
  - 1.6. **ECTS (100 carateres).**  
6
  - 1.7. **Observações<sup>4</sup> (1.000 carateres).**  
Optativa.
  - 1.7. **Remarks (1.000 carateres).**  
Optional.
2. **Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo) (1.000 carateres).**  
Tiago Charters de Azevedo
3. **Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (1.000 carateres).**  
*Adicionar outros docentes.*
4. **Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 carateres).**

Esta UC fornece uma introdução ao design e à fabricação aditiva distribuída usando impressão 3D numa aproximação e desenvolvimento, teórico e prático. (i) Desenvolver a criatividade e o design, (ii) numa abordagem tecnológica da impressão 3D com foco (iii) no desenvolvimento, na inovação, na melhoria de desempenho, no design e na seleção de materiais. Cobre todo o ciclo de produção desde o design, passando pelo uso de ferramentas de software do tipo CAD, até aos processos de fabrico. Finalmente serão discutidas, as (iv) propriedades, aplicações e ramificações de tecnologias de software. (v) Os estudantes serão capazes no final da UC desenhar, modelar, escolher os materiais e fabricar peças funcionais.
4. **Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students). (1.000 characters).**

This course provides an introduction to the design using additive distributed manufacturing using 3D printing on a theoretical and practical development approach. (i) Developing creativity and design, (ii) addressing the technological evolution of 3D printing focusing on (iii) development, innovation, performance improvement, design and material selection. It will cover the entire production cycle from design, software and printer software for operation and manufacturing. Finally, the (iv) properties, applications and ramifications of the software technology will be discussed. (v) At the end, students will be able to design, model, choose materials and fabricate functional parts.
5. **Conteúdos programáticos (1.000 carateres).**

1. Máquinas de prototipagem rápida e impressão 3D
2. Ferramentas de software: CAD, ferramentas CAM, slicer, g-code e calibração
3. Design 3D com o OpenSCAD e design paramétrico
4. Fabricação digital distribuída e impressão 3D
5. Projecto demonstrativo: da modelação digital à impressão 3D

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

1. Rapid prototyping machines and 3D printing
2. Software tools: CAD, CAM tools, slicer, g-code and calibration
3. 3D design with OpenSCAD and parametric design
4. Distributed digital manufacturing and 3D printing
5. Demonstrative project: from digital modeling to 3D printing

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

Os conteúdos programáticos apresentados vão de encontro ao principal objetivo da UC que é o design e o estudo da fabricação aditiva distribuída usando impressão 3D. No ponto 1 do programa aborda-se o conceito das máquinas auto-replicas e de prototipagem rápida que permitirá uma contextualização e motivação teórica para os pontos seguintes dos conteúdos programáticos, cumprindo com os objetivos (i), (ii) e (iii). Os pontos 2 e 3 permitirão o estudo, design, calibração de impressoras 3D potenciando a autonomia no desenho, fabricação de todo o processo, cumprindo com os objetivos (iii) e (v). Os pontos 4 e 5 permitem a concretização da modelação e design digital 3D e a fabricação por processos aditivos permitindo o fecho de uma formação completa desde a manutenção e calibração da impressora, modelação e design digital de um objecto físico e sua fabricação aditiva, concretizando os objetivos (iv) e (v).

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

The presented syllabus is in line with the main objective of the curricular unit, which is the design and study of distributed additive manufacturing using 3D printing. Item 1 of the syllabus addresses the concept of self-replicating machines and rapid prototyping and allows a contextualization and theoretical motivation for the following syllabus points, fulfilling the objectives (i), (ii) and (iii). Items 2 and 3 allows the study, the design and calibration of 3D printers, enhancing the autonomy in the design, manufacturing of the whole process, fulfilling the objectives (iii) and (v). Items 4 and 5 allow for 3D modeling, digital design and manufacturing by additive processes, enabling the completion of a full training from maintenance to calibration, passing through modeling and digital design of a physical object and its additive manufacturing, fulfilling the objectives (iv) and (v).

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

(a) As aulas decorrem em forma de seminários intensivos e em grupo. (b) É esperado que os estudantes estudem o material de apoio antes de cada aula e que participem activamente nas discussões. (c) A maior parte do tempo de aula será utilizado na realização de um projecto construído ao longo do semestre sendo concretizado em formato de aula invertida. (d) Cada grupo de estudantes será responsável por desenhar e fabricar diversas peças originais, num âmbito de um projecto estruturado proposto inicialmente e cuja evolução será mantida e monitorizada durante todo o semestre. (e) São também responsáveis por fazer pequenas apresentações das várias fases do projecto que desenvolveram durante o semestre, abertas para toda a turma e comunidade educativa.

A avaliação final é constituída pela componente prática de projeto com 80% e através da prova escrita com 20%, devendo esta ter uma nota mínima de 8/20 valores.

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

(a) Classes assumes the form of intensive group seminars. (b) Students are expected to study the background material before each class and actively participate in the discussions. (c) Most of the class time will be used in

the realization of a project, constructed during the semester, using an inverted class format. (d) Each student group is responsible for designing and manufacturing several original pieces, within the framework of an initially proposed structured project and whose evolution is maintained and monitored throughout the semester. (e) They are responsible for making small presentations of the various phases of the project they have developed during the semester, open to the whole class and educational community.

The final evaluation consists of the practical project component with 80% and the written test with 20%, which have a minimum grade of 8/20 marks.

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

As aulas teóricas seguem a metodologia referida em (a) e (b), aplicando um formato de aula invertida (c). Os estudantes adquirem conhecimentos sobre manufatura aditiva e da impressão 3D com polímeros, juntamente com os materiais emergentes e arquiteturas complexas (d). Nomeadamente os alunos serão capazes de:

- Aprender os fundamentos do design, do licenciamento e da cultura de código aberto (a) e (b) cumprindo com o objectivo (i) e (ii).
- Compreender e demonstrar a fabricação, solução de problemas e operação de impressoras 3D de prototipagem rápida. Entender os princípios operacionais, recursos e limitações da impressão 3D baseada em fabricação por filamento fundido, cumprindo com o objetivo (iii).
- Compreender os princípios de design para a impressão 3D (ii) e (iii), comparar e contrastar os processos aditivos com a fabricação convencional em termos de taxa de produção, qualidade, custo, impacto ambiental e flexibilidade. Obter experiência prática com impressoras 3D, usando a metodologia (e).
- Entender como fazer uma nova peça; alterar uma peça existente para uma aplicação concreta, cumprindo com o objetivo (v) usando a metodologia (e).
- Estudar aplicações de manufatura distribuída usando impressão 3D, incluindo produtos de consumo, equipamentos científicos e tecnologia apropriada. Posicionar a impressão 3D no contexto evolutivo da infraestrutura de fabricação distribuída e prototipagem rápida, cumprindo com objetivo (iv) e (v) pela metodologia (e).

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

Theoretical classes follows methodologies mentioned in (a) and (b), applying the inverted class format. Students learn the fundamentals of additive manufacturing and 3D printing with polymers, along with those for emerging materials and complex architectures (d). In particular, students are able to:

- Learn the fundamentals and licensing of free and open source design, licensing and culture fulfilling objectives (i) and (ii).
- Understand and demonstrate the fabrication, maintenance, troubleshooting and operation of self-replicating rapid prototype 3D printers. Understand operating principles, capabilities, and limitations of fused filament fabrication 3D printing, fulfilling objective (iii).
- Understand the principles of design for 3D printing (ii) and (iii) compare and contrast additive processes with conventional manufacturing in terms of rate, quality, cost, environmental impact, social control and flexibility with methodology (e).
- Understand how to make a new part and alter an existing 3D printing for custom applications with objective (v) and using (e).
- Study applications of distributed manufacturing using 3D printing including consumer products, scientific equipment, and appropriate technology. Place open source 3D printing in the context of the evolving distributed manufacturing infrastructure fulfilling objectives (iv) and (v) using (e).

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

1. Joshua Pearce, "Open-Source Lab, How to Build Your Own Hardware and Reduce Research Costs", ISBN: 9780124104860, Elsevier (2013)
2. RepRap: <https://reprap.org/> (2019)

3. Open Source 3D Printing: [https://en.wikiversity.org/wiki/Open\\_Source\\_3-D\\_Printing](https://en.wikiversity.org/wiki/Open_Source_3-D_Printing) (2019)
4. First International Workshop on "Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development" By Directors: E. Canessa, C. Fonda and M. Zennaro (ICTP-SDU) - Video recording and editing: A. Giacomini: <https://itunes.apple.com/us/itunes-u/first-international-workshop/id688831895> (2019)

---

<sup>1</sup> Anual, semestral, trimestral, ...

<sup>2</sup> Número total de horas de trabalho.

<sup>3</sup> 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).

<sup>4</sup> Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.