

Mapa IV - Oficinas de Engenharia Física 4 - Fabricação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Oficinas de Engenharia Física 4 - Fabricação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Engineering Physics Workshops 4

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ENG FIS

4.4.1.3. Duração:

semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP: 12; PL:33

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Tiago Charters de Azevedo, 45

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):

Esta UC fornece uma introdução à fabricação aditiva distribuída usando impressão 3D de código aberto (RepRap) e fornecerá uma visão geral do software e hardware de código aberto utilizado e do seu desenvolvimento tecnológico, teórico e prático. Detalhará o design, uso e manutenção da eletrónica e mecânica de código aberto por detrás do desenvolvimento das máquinas de prototipagem rápida e auto-replicas. Será abordada a evolução tecnológica da impressão 3D de código aberto com foco no desenvolvimento, na inovação, na melhoria de desempenho e na seleção de materiais. Cobrirá hardware, firmware, slicer e software do controlador da impressora para

operação e manutenção. Finalmente serão discutidas, as propriedades, aplicações e ramificações da tecnologia RepRap.
(1000 caracteres)

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

This course provides an introduction to distributed additive manufacturing using RepRap 3D open source printing and will provide an overview of open source software and hardware and its theoretical and practical technological development. It will detail the design, use and maintenance of open source electronics behind the development of rapid self-replicating prototyping machines. Focusos will be given on the technological evolution of 3D open source printing, development, innovation, performance improvement and material selection. It will cover hardware, firmware, slicer software, and the printer driver software to operate and maintain the device. Finally, properties, applications and ramifications of the RepRap technology will be discussed.

4.4.5. Conteúdos programáticos

1. self-REplicating RAPid prototyping machine (RepRap)
 2. Software: CAD, ferramentas CAM, slicer, g-code, firmware
 3. Electrónica: controlador, motores passo-a-passo, base aquecida
 4. Mecânica: graus de liberdade e eixos, belts e varas roscadas
 5. Extrusão: cabeça de impressão, filamentos, materiais
 6. Modelação 3D com o OpenSCAD e design paramétrico
 7. Aplicações de fabricação digital distribuídas e sua contextualização usando impressão 3D
 8. Projecto final: da modelação digital à impressão 3D
- (1000 caracteres)

4.4.5. Syllabus:

1. self-REplicating RAPid prototyping machine (RepRap)
2. Software: CAD, CAM tools, slicer, g-code, firmware
3. Electronics: controller, stepper motors, heated bed
4. Mechanics: degrees of freedom and axes, belts and threaded rods
5. Extrusion: print head, filaments, materials
6. 3D modeling with OpenSCAD and parametric design
7. Distributed digital manufacturing applications and their contextualization using 3D printing
8. Final project: from digital modeling to 3D printing

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

Os conteúdos programáticos apresentados vão de encontro ao principal objetivo da unidade curricular que é a o estudo das impressoras RepRap e a fabricação digital por processos aditivos. No ponto 1 do programa abordar-se-á o conceito do máquinas auto- replicantes e de prototipagem rápida que permitirá uma contextualização e

motivação teórica para os pontos seguintes dos conteúdos programáticos. Os pontos 2. a 6. permitirão o estudo e calibração de impressoras 3D potenciando a autonomia na fabricação e manutenção de todo o processo. Nos pontos 6. e 7. permitirão a modelação digital 3D e a fabricação por processos aditivos permitindo o fecho de uma formação completa desde a construção e manutenção da impressora, modelação digital de um objecto físico e sua fabricação.

(1000 carateres)

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

The given syllabus is in line with the main objective of the curricular unit, which is the study of RepRap printers and digital distributed manufacturing by additive processes. Section 1 of the program will address the concept of self-replicating machines and rapid prototyping that will allow a contextualization and theoretical motivation for the following points of the programmatic contents. Points 2 to 6 will allow the study and calibration of 3D printers, enhancing autonomy in the manufacture and maintenance of the entire process. In points 6. and 7. will allow the 3D digital modeling and manufacturing by additive processes allowing the closing of a complete formation from the construction and maintenance of the printer, digital modeling of a physical object and its manufacture.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

As aulas decorrerão em forma de seminários intensivos e em grupo. É esperado que os alunos leiam o material de apoio antes de cada aula e que participem activamente nas discussões. A maior parte do tempo de aula será gasto em projectos num formato de aula invertido. Cada grupo de estudantes será responsável por construir uma impressora RepRap que usará para completar os seus projectos. Serão também responsáveis por fazer pequenas apresentações abertas para toda a turma dos projectos completados durante o semestre.

Avaliação: projetos: 80% + prova escrita 20%

(1000 carateres)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course will be run as an intense seminar meeting as a group. Students will be expected to read the course material before class and actively participate in discussions. The majority of class time will be spent on projects in a flipped class format. Each student will be responsible for building a RepRap 3D printer to use to complete the projects. Students will be responsible for giving short presentations on their projects on each sub-topic in front of the class at the end of the semester.

Grade: projects 80% + written test 20%

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

A maior parte do tempo de aula será gasto em projetos num formato de aula invertida. Os alunos aprenderão os fundamentos da manufatura aditiva (MA) e da impressão 3D com polímeros, juntamente com os materiais emergentes e arquiteturas complexas.

Nomeadamente os alunos serão capazes de:

- Aprender os fundamentos do design, do licenciamento e da cultura de hardware livre e de código aberto (FOSH).
- Compreender e demonstrar a fabricação, manutenção, solução de problemas e operação de impressoras 3D de prototipagem rápida (RepRap) de auto-replicação.
- Entender os princípios operacionais, recursos e limitações da impressão 3D baseada em FDF (fabricação por filamento fundido).
- Compreender os princípios de design para a impressão 3D, comparar e contrastar os processos aditivos com a fabricação convencional em termos de taxa de produção, qualidade, custo, impacto ambiental, controle social e flexibilidade.
- Obter experiência prática com impressoras RepRap 3D; usos dessas máquinas para fabricar peças exemplo com complexidade crescente, pós-processamento de peças e estudar os resultados obtidos
- Familiarizar-se com o work flow completo do MA de software livre, incluindo ferramentas de design computacional, firmware, software, formatos de arquivo, geração de caminhos de ferramenta e caracterização.
- Entender como fazer uma nova peça; alterar uma peça existente de uma RepRap para uma aplicação concreta.
- Estudar aplicações de manufatura distribuída usando impressão 3D, incluindo produtos de consumo, equipamentos científicos e tecnologia apropriada.
- Posicionar a impressão 3D de código aberto no contexto evolutivo da infraestrutura de fabricação distribuída.

Como referência principal, será usado o livro "Open-Source Lab, How to Build Your Own Hardware and Reduce Research Costs". Serão atribuídas tarefas de leitura e on-line. Só serão usados softwares com licenças abertas durante as aulas. Para estudo e trabalho serão utilizados os softwares OpenSCAD ou FreeCAD, Cura (Edição LulzBot) e Marlin (firmware). Os alunos devem trazer seu laptop para todas as classes. (3000 caracteres)

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

The majority of class time will be spent on projects in a flipped class format. Students will learn the fundamentals of additive manufacturing (AM) and 3D printing with polymers, along with those for emerging materials and complex architectures. In particular all students will be able to:

- Learn the fundamentals of free and open source hardware (FOSH) design, licensing, and culture.
- Understand and demonstrate the fabrication, maintenance, trouble shooting and operation of self-replicating rapid prototype (RepRap) 3D printers.
- Understand operating principles, capabilities, and limitations of fused filament fabrication (FFF)-based 3D printing.
- Understand the principles of design for 3D printing and compare and contrast additive processes with conventional manufacturing in terms of rate, quality, cost, environmental impact, social control and flexibility.
- Gain hands-on experience with RepRap 3D printers; use these machines to fabricate example parts of increasing complexity, post-process the parts, and study the results.

- Become familiar with the complete workflow of open source AM, including computational design tools, firmware, software, file formats, toolpath generation, and characterization.
- Understand how to make a new part and alter an existing part for RepRap 3D printing for custom applications.
- 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.

As main reference it will use book "Open-Source Lab, How to Build Your Own Hardware and Reduce Research Costs" and it will be assigned reading and online tasks. Only software with open licenses will be used during classes, for study and work will be used OpenSCAD, FreeCAD, Cura (LulzBot Edition) and Marlin (firmware). Students should bring their laptop to all classes.

4.4.9. Bibliografía principal:

1. Joshua Pearce, "Open-Source Lab, How to Build Your Own Hardware and Reduce Research Costs", (2013) ISBN: 9780124104860, Elsevier
2. Richard Horne , "3d Printing For Dummies", John Wiley & Sons Inc, ISBN: 9781119386315
3. Edward Anthony Sells, "Towards a Self-Manufacturing Rapid Prototyping Machine" (PhD Thesis), Bath University (2009)
4. RepRap: <https://reprap.org/> (18/03/2019)
5. Open Source 3D Printing:
https://en.wikiversity.org/wiki/Open_Source_3D_Printing (18/03/2019)
6. 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/id6888318954>.
(1000 carateres)