

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

### 1. Caracterização da Unidade Curricular.

1.1. **Designação da unidade curricular** (1.000 carateres).  
Interação em Ambientes Virtuais

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

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).  
TP: 22.5, PL: 45

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).  
Arnaldo Joaquim de Castro Abrantes, 67.5 horas de contacto

3. **Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular** (1.000 carateres).

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

No final desta unidade curricular os estudantes serão capazes de:

1. Compreender o papel da Geração Procedimental de Conteúdos (GPC) e da Inteligência Artificial (IA) na criação de ambientes virtuais interativos para o desenvolvimento de simulações/jogos;
2. Conhecer e aplicar técnicas de GPC para criação de terrenos e níveis (relevo, vegetação, rios, estradas, cidades, biomas);
3. Compreender o processo de renderização de gráficos 3D (geometria, textura, luz, sombreamento) e aplicar esse conhecimento na sua otimização;
4. Conhecer e aplicar técnicas de IA para desenvolver capacidade de navegação e tomada de decisão dos agentes autónomos (NPCs);
5. Saber como aplicar a interação com o utilizador/jogador para guiar os processos de GPC e a definição do comportamento dos agentes autónomos.

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

At the end of this course students will be able to:

1. Understand the role of Procedural Content Generation (PCG) and Artificial Intelligence (AI) in the creation of interactive virtual environments for the development of simulations/games;
2. Know and apply PCG techniques for creating terrains and levels (relief, vegetation, rivers, roads, cities, biomes);
3. Understand the process of rendering 3D graphics (geometry, texture, light, shading) and apply this knowledge in its optimization;
4. Know and apply AI techniques for developing navigation and decision making abilities in autonomous agents (NPCs);

5. Know how to apply the interaction with the user/player to guide the GPC processes and the definition of the behavior of autonomous agents.

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

1. Descrição geral da plataforma Unity (editor e motor de jogo);
2. Criação de mundos virtuais baseados em blocos (tipo Minecraft) e considerações sobre otimização do desempenho do processo de renderização;
3. Estruturas de dados em computação gráfica: arrays de voxels, polígonos, malhas, vértices, normais, mapas UV, atlas de textura;
4. Utilização de ruído de Perlin, autómatos celulares e geometria fractal (e.g., para criação de cavernas, rios, estradas);
5. Geração de terrenos contendo elementos dinâmicos: água, árvores, biomas;
6. Construção de mundos virtuais de forma interativa (adicionar e remover blocos);
7. Introdução de agentes autónomos (NPCs) com movimento baseado em sistemas de waypoints;
8. O algoritmo A\* e a criação de navmeshes no unity;
9. Comportamentos definidos por máquinas de estado e árvores de comportamento;
10. Simulação de comportamentos de grupo (e.g., veículos na estrada, cardumes de peixes, bandos de pássaros, peões nas cidades, multidões em fuga).

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

1. Overview of the Unity platform (game editor and engine);
2. Creation of virtual worlds based on blocks (type Minecraft) and considerations on performance optimization of the rendering process;
3. Data structures in computer graphics: voxel arrays, polygons, meshes, vertices, normal, UV maps, texture atlases;
4. Use of Perlin noise, cellular automata and fractal geometry (e.g., for creating caves, rivers, roads);
5. Generation of terrains containing dynamic elements: water, trees, biomes;
6. Building virtual worlds interactively (adding and removing blocks);
7. Introduction of autonomous agents (NPCs) with movement defined by systems of waypoints;
8. The algorithm A\* and the creation of navmeshes in unity;
9. Behaviors defined by state machines and behavior trees;
10. Simulation of group behaviors (e.g., vehicles on the road, schools of fish, flocks of birds, pedestrians in towns, fleeing crowds).

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

A unidade curricular tem como objetivo fornecer os conceitos necessários à criação de ambientes virtuais interativos de forma programática, recorrendo a técnicas de Geração Procedimental de Conteúdos (GPC) e de Inteligência Artificial (IA). Esta UC começa por abordar tópicos de computação gráfica (nomeadamente, estruturas de dados para representação de formas e o processo de renderização de gráficos 3D) cuja compreensão é essencial para a otimização do desempenho das aplicações desenvolvidas. Em seguida, apresentam-se algumas das técnicas mais utilizadas em GPC, nomeadamente ruído de Perlin, autómatos celulares e geometria fractal. Finalmente, introduzem-se no ambiente virtual entidades autónomas (NPCs) e introduzem-se técnicas usadas para definir o comportamento desses agentes. O aluno concretiza os conhecimentos adquiridos através da elaboração de trabalhos e projetos, envolvendo o desenvolvimento de pequenas simulações/jogos.

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

The curricular unit aims to provide the concepts necessary to create interactive virtual environments in a programmatic way, using Procedural Content Generation (PCG) and Artificial Intelligence (AI) techniques. This UC begins by addressing computer graphics topics (namely, data structures for shape representation and the process of rendering 3D graphics) whose understanding is essential for optimizing the performance of the developed applications. Next, some of the techniques most used in GPC are presented, namely Perlin noise, cellular automata and fractal geometry. Finally, autonomous entities (NPCs) are introduced into the virtual environment and techniques used to define the behaviour of these agents are introduced. The student concretizes the acquired knowledge through the elaboration of works and projects, involving the development of small simulations/games.

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

A UC prevê um tempo total de trabalho do estudante de 162 horas, onde 67,5 horas são de contacto com o docente. Esta carga horária está dividida em 22,5 horas teórico-práticas (15 aulas de 1H30M) e 45 horas de prática laboratorial (15 aulas de 3 horas). As aulas destinam-se à apresentação dos temas e à exemplificação de casos práticos de utilização. É utilizada uma metodologia de ensino suportada no desenvolvimento de pequenos projetos realizados ao longo do semestre, utilizando a plataforma Unity.

A classificação final será obtida através da média ponderada dos seguintes elementos de avaliação: exame (30%), trabalhos realizados ao longo do semestre (30%) e projeto final com discussão (40%). Para obter aprovação, o aluno terá que obter média final igual ou superior a 9.5 valores (escala 0-20) com nota mínima no exame de 9.5 e nota mínima na componente prática (trabalhos e projeto) também de 9.5.

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

The UC estimates a total work time of 162 hours, where 67.5 hours are of contact with the teacher. This workload is divided into 22.5 theoretical-practical hours (15 lessons of 1H30M) and 45 hours of laboratory practice (15 lessons of 3 hours). The classes are designed to present the themes and to exemplify practical use cases. The teaching methodology used is based on the development of small projects carried out during the semester using the Unity platform.

The final classification will be obtained through the weighted average of the following elements: exam (50%), work assignments done during the semester (20%) and final project with discussion (30%). To obtain approval in the course unit, the student will have to obtain a final grade greater or equal than 9.5 (scale 0-20) with a minimum grade of 9.5 in the exam and a minimum grade of 9.5 in the practical component (assignments and project).

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

Os temas correspondentes aos resultados de aprendizagem, na sua componente conceptual, são estudados em aulas teóricas específicas e concretizados em casos práticos e projetos desenvolvidos ao longo do semestre, em aulas teórico-práticas e de modo autónomo pelos alunos.

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

The themes corresponding to the learning outcomes, in their conceptual component, are studied in specific theoretical classes. These topics are then concretized in practical cases and projects, developed during the semester, autonomously by the students, in theoretical-practical classes.

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

Short, T. (2017), Procedural Generation in Game Design, A K Peters/CRC Press  
Palacios, J. (2018), Unity 2018 Artificial Intelligence Cookbook: Over 90 recipes to build and customize AI entities for your games with Unity, Packt Publishing  
Dickinson, C. (2017), Unity 2017 Game Optimization - Second Edition: Optimize all aspects of Unity performance, Packt Publishing

---

<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.