

Relatório de Pós-Doutoramento de Armando Jorge Ribeiro da Cruz para cumprir o ponto 2 do artigo 4.º do Regulamento n.º 108/2012 (Regulamento dos Investigadores em Pós -Doutoramento na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), publicado em Diário da República, 2.ª série, N.º 49 de 8 de março de 2012

Título: Novas tecnologias colaborativas aplicadas ao ensino, formação e treino profissional.

Nome do candidato: Armando Jorge Ribeiro da Cruz

Nome do orientador: Paulo Nogueira Martins

Local: Departamento de Engenharias, ECT, UTAD

Duração: maio/2019 até maio/2022

1. Introdução

A utilidade das novas tecnologias é geralmente reconhecida, principalmente na capacidade de ensino à distância (*E-Learning*), ou na gestão e distribuição de conteúdos através de plataformas como o Moodle. Outra vantagem facilmente reconhecida é a acessibilidade, por estas tecnologias eliminarem várias das barreiras físicas que existem no ensino tradicional, mas não só. A utilidade destas tecnologias é alvo de grande interesse por parte da comunidade científica e, também a UTAD tem vindo a desenvolver investigação nesta área, como por exemplo em [1, 2, 3]. A realidade virtual (*Virtual Reality - VR*), quer na vertente dos mundos virtuais (*Virtual Worlds - VW*, ou uma versão mais específica que são os mundos virtuais tridimensionais, *Three-Dimensional Virtual Worlds - 3DVW*), quer na vertente da realidade aumentada (*Augmented Reality — AR*), têm vindo a ser utilizadas desde há algum tempo na educação, com benefícios associados à capacidade destas tecnologias de reproduzirem cenários e experiências difíceis de conseguir no mundo real [4]. No entanto, estas tecnologias possuem também, a capacidade de criar um ambiente imersivo, e mesmo proporcionar a sensação de Presença. Estas características poderão melhorar a experiência dos utilizadores e beneficiar os resultados da aprendizagem. Com esta linha de investigação pretendeu-se estudar precisamente estas características.

2. Descrição

De forma genérica, pretendeu-se com este trabalho, investigar a aplicação de tecnologias de VR, nomeadamente 3DVW e AR, para simular ambientes imersivos, destinados à aprendizagem, treino ou formação. Pretendeu-se também, perceber o valor que técnicas como *Serious Games*, *Gamification*, Conhecimento Pervasivo, *Educational Data Mining*, ou outras, que pudessem em conjunto com VR, trazer valor acrescentado na melhoria da educação, da formação e do treino profissional.

2.1. Motivação

Após a minha defesa de tese de Doutoramento intitulada "Colaboração em Mundos Virtuais Tridimensionais" em Julho de 2016 na UTAD, senti que ainda havia muito a investigar relativamente a aspetos levantados ao longo da elaboração da tese. No meu Doutoramento estudei a importância da comunicação não-verbal nos 3DVW para a colaboração, nomeadamente o uso do avatar, gestos, sons, entre outras características, de forma a poder explicitá-las numa taxonomia. Os estudos realizados permitiram conhecer o impacto em situações de colaboração, que cada característica específica dos 3DVW tem. Essas características são típicas dos 3DVW, e são também, coincidentes com aquelas consideradas mais importantes para a criação do sentimento de Presença (em termos simples, a sensação de que se está no mundo virtual). Os casos de estudo que foram apresentados na tese incluíram reuniões, jogos, aulas, e visitas de estudo no mundo virtual. Estes últimos casos, relacionados com ambiente de ensino, foram alvo de particular interesse pela comunidade, de tal modo que justificaram uma publicação em separado em revista da especialidade [5]. Já depois do Doutoramento, foi publicado um artigo com base numa dissertação de Mestrado da qual fui co-orientador e co-autor do artigo, artigo esse relativo a um caso de simulação de manutenção aeronáutica [6], portanto, um ambiente de treino/formação profissional. Assim, a linha de investigação que se pretendia seria uma continuação natural do trabalho já desenvolvido, desta vez mais focada na área de aplicação, mas mais abrangente no que diz respeito a tecnologias utilizadas.

2.2. Objetivo

Estabeleceu-se como objetivo genérico desta investigação o de estudar o uso de novas tecnologias, tais como 3DVW e AR, também associadas a plataformas móveis, para potenciar a colaboração através de uma melhor comunicação não-verbal, maior imersão, e aumento da sensação de Presença, aplicadas ao ensino, formação e treino profissional, dando assim, continuidade à investigação já realizada. Estabeleceram-se como produtos da investigação a publicação de um artigo em revista JCR por ano, dois artigos SCOPUS ou ISI por ano, proposta e submissão de um projeto por ano, e finalmente o Relatório final aqui apresentado.

3. Atividades planeadas versus trabalho realizado

Evidentemente, na proposta inicial foi incluído um plano de atividades. Numa fase inicial, estava prevista uma pesquisa bibliográfica aprofundada e análise de recursos disponíveis, após o que se refinaria o plano de ação, bem como o próprio cronograma. De facto foi feito, e o plano foi revisto, embora no essencial tenha garantido as fases seguintes, permitindo a concretização do objetivo proposto.

O trabalho teve início com a revisão bibliográfica aprofundada, baseada em revisões e pesquisas (*surveys*) sobre AR, com a nuance de que não houve qualquer limite temporal das publicações. Durante essa revisão foi constatado que existem muitos campos de aplicação de AR, bem como diversas tecnologias que suportam AR, sendo portanto, necessária alguma forma de classificação, forma essa que, tanto quanto sabemos, não existia. Assim, tivemos que começar por elaborar um esquema de classificação. Dessa primeira fase resultou os seguintes produtos (2020):

- Revisor na TECH-EDU 2020 (Anexo 1)
- Publicação e participação na TECH-EDU 2020 [artigo Springer com indexação SCOPUS] (Anexos 2 e 3)

Com esse esquema procedeu-se à classificação dos vários trabalhos. Entre várias descobertas, destacam-se o facto de a área de aplicação de AR em Educação e Treino ser aquela que mais publicações regista, e que a acessibilidade relacionada com essa mesma área, tem muito interesse por parte da comunidade científica, principalmente as soluções baseadas em plataformas móveis. Durante este período foram obtidos os seguintes produtos (2021/22):

- Publicação no Journal of Universal Computer Science (JUCS), vol. 27, no. 9 (2021) [artigo com indexação JCR/SCOPUS] (Anexo 4)
- Revisor na CENTERIS 2022 (Anexo 5)
- Revisor na TECH-EDU2022 (Anexo 6)
- Publicação e participação na TECH-EDU2022 [artigo Springer que aguarda indexação SCOPUS] (Anexos 7 e 8)

Além destes produtos, também foram orientados vários projetos de licenciatura na área. Assim, no Ano letivo 2020/2021, foram orientados os seguintes projetos:

- *Técnicas de Incorporação de Acessibilidade em Realidade Virtual e Aumentada*. Projeto da Licenciatura em Engenharia Informática (Bolonha), 3.º ano. Alunos: Diogo Manuel Peixoto Mota Marques, n.º 68738 e Telmo da Silva Leal, n.º 68645.

- *Técnicas de Incorporação de Acessibilidade em Mundos Virtuais e Ambientes 3D*. Projeto da Licenciatura em Tecnologias da Informação e Comunicação (Bolonha), 3.º ano. Alunos: Leonel José da Silva Oliveira, n.º 65303 e Paulo Alexandre Teixeira Queirós, n.º 66628.

Já no Ano letivo 2021/2022, foram orientados os seguintes projetos:

- *Estudo da acessibilidade em tecnologias emergentes: o caso do metaverse*. Projeto da Licenciatura em Engenharia Informática (Bolonha), 3.º ano. Aluno: Rafael Teixeira Dias, n.º 64208.
- *Estudo de Incorporação de Acessibilidade em Realidade Virtual e Aumentada*. Projeto da Licenciatura em Engenharia Informática (Bolonha), 3.º ano. Alunos: Eduardo Manuel Afonso Chaves, n.º 70611 e João Henrique Constâncio Rodrigues, n.º 70579.
- *Estudo sobre acessibilidade em contexto de jogos digitais I*. Projeto da Licenciatura em Engenharia Informática (Bolonha), 3.º ano. Alunos: Leandro João Teixeira Coelho, n.º 68541 e José Manuel Gouveia Fernandes, n.º 68849.
- *Estudo sobre acessibilidade em contexto de jogos digitais II*. Projeto da Licenciatura em Engenharia Informática (Bolonha), 3.º ano. Alunos: Emmanuel Martins, n.º 70701 e Vladyslav Kovalchuk, n.º 70792.

O artigo final da revisão bibliográfica foi submetido a revisão a uma revista, mas o processo foi demorado ao ponto de se verificar a necessidade de atualização, que ainda decorre. No entanto há algumas conclusões que se podem já apontar. Até 2019 o número de publicações encontradas (105 publicações) é substancialmente menor que o número desde 2019 até Dezembro de 2022 (668 publicações), indiciando um crescimento muito apreciável do interesse da comunidade científica em AR. No que diz respeito a áreas de aplicação e tecnologias, não houve grandes alterações, com exceção de que a área de aplicação de AR em Medicina ultrapassou a área de Educação e Treino em número de publicações.

4. Conclusão

O objetivo genérico da investigação foi cumprido, com o estudo de AR (um caso particular de realidade virtual) em Educação e Treino. Foram realizadas várias publicações, bem como diverso trabalho científico, que foi reconhecido e publicado, e portanto, útil à atividade científica da UTAD. Como em qualquer trabalho de descoberta, verificou-se a necessidade de adaptação do plano devido à necessidade de criação de um esquema de classificação de AR, e devido à constatação de novas áreas de interesse, destacando a acessibilidade com recurso a AR, e a utilização de plataformas móveis. Estas duas áreas em particular, merecem futura investigação. No caso da acessibilidade, a sua importância tem vindo a crescer, muito por causa do aumento da esperança de vida, o que tem como consequência o aumento das dificuldades das pessoas, por degradação das capacidades sensoriais associadas à idade. E no caso das plataformas móveis, porque estão largamente disseminadas, e as suas características técnicas proporcionam boas ferramentas de acessibilidade.

Referências

1 — Pereira, A., Martins, P., Morgado, L., Fonseca, B., Esteves, M. "A Technological Proposal Using Virtual Worlds to Support Entrepreneurship Education for Primary School Children". *Teaching and Learning in a Digital World*, Publication of Springer, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-73210-7_9

2 — Morgado, L., Paredes, H., Fonseca, B., Martins, P., Almeida, Á., Vilela, A., Pires, B., Cardoso, M., Peixinho, F., Santos, A. "Integration scenarios of virtual worlds in learning management systems using the MULTIS approach". *Personal and Ubiquitous Computing*, 21(6), 2017. DOI: 10.1007/00779-017-1063-8

3 — Fernandes, L., Matos, G., Azevedo, D., Nunes, R., Paredes, H., Morgado, L., Barbosa, L., Martins, P., Fonseca, B., Cristóvão, P., Carvalho, F., Cardoso, B. "Exploring educational immersive video games: an empirical study with a 3D multimodal interaction prototype". *Behaviour and Information Technology*, 35(11), 2016. DOI: 10.1080/0144929X.2016.1232754

4 — Muñoz-Cristóbal, J., Martínez-Monés, A., Asensio-Pérez, J., Villagrà-Sobrino, S., Hoyos-Torío, J., Dimitriadi, Y. "City Ads: Embedding Virtual Worlds and Augmented Reality in Every day Educational Practice". *Journal of Universal Computer Science*, 20(12), 2014. DOI: 10.3217/jucs-020-12-1670

5 — Cruz, A., Paredes, H., Fonseca, B., Martins, P., Morgado, L. "Collaboration in 3D Virtual Worlds: a protocol for case study research". *EAI Endorsed Transactions on Future Intelligent Educational Environments*, 2(6), 2016. DOI:10.4108/eai.27-6-2016.151521

6 — Silva, G, Morgado, L., Cruz, A. "Impact of Non-verbal Communication on Collaboration in 3D Virtual Worlds: Case Study Research in Learning of Aircraft Maintenance Practices". *Communications in Computer and Information Science*, Publication of Springer, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-60633-0_3

O Candidato

O Orientador
