

Integration of Augmented Reality in the EduCITY project to create educational games

Integração de Realidade Aumentada no projeto EduCITY para criação de jogos educativos

Rafael Fonseca Fernandes
*Departamento de
Eletrónica, Telecomunicações
e Informática*
Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal
rafaelfonseca97@ua.pt

Paulo Dias
*Departamento de
Eletrónica,
Telecomunicações e
Informática*
Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal
paulo.dias@ua.pt

Lúcia Pombo
*Departamento de
Educação e Psicologia*
Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal
lpombo@ua.pt

Margarida M. Marques
*Departamento de
Educação e Psicologia*
Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal
marg.marq@ua.pt

Abstract— The EduCITY project builds on the success of the EduPARK project that uses Augmented Reality (AR) based on geocaching for educational purposes in the Aveiro green city park. EduCITY opens the limits of the park to the city and other cities, strengthening the university network with community partners: schools, municipalities, and companies. The idea is to promote sustainable cities by developing a smart learning environment supported by a mobile app and web platform for the community to create games. These integrate educational resources in AR and 3D content to promote environmental awareness, in the context of Education for Sustainable Development. This work aims to investigate the possibility of incorporating AR content, such as 3D models, interactive menus, and other digital information, in a given location. It also proposes to develop intuitive and user-friendly mechanisms to allow the configuration of AR content by users without programming knowledge.

Keywords—Augmented Reality; Educational games; Outdoor learning; Mobile learning

Resumo— O projeto EduCITY parte do sucesso do projeto EduPARK que utiliza Realidade Aumentada (RA) baseada em geocaching para fins educativos no parque da cidade de Aveiro. O EduCITY abre os limites do parque à cidade e a outras cidades, fortalecendo a colaboração da universidade com parceiros da comunidade: escolas, autarquias e empresas. A ideia é promover cidades sustentáveis, através do desenvolvimento de um ambiente inteligente de aprendizagem suportado por uma aplicação móvel e plataforma web para a comunidade criar jogos. Estes integram recursos educativos em RA e conteúdos 3D com vista à promoção da sensibilização ambiental, no âmbito de uma Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Este trabalho pretende investigar a possibilidade de incorporar conteúdos de RA, tal como modelos 3D, menus interativos e outra informação digital, numa determinada localização. Também propõe desenvolver mecanismos intuitivos e de fácil utilização para permitir a configuração de conteúdos de RA por utilizadores sem conhecimentos de programação.

Palavras-chave—Realidade Aumentada; Jogos educativos; aprendizagem ao ar livre; Aprendizagem com dispositivos móveis

I. INTRODUÇÃO

A Realidade Aumentada (RA) é considerada como uma das principais tecnologias motoras para o desenvolvimento de uma "interface baseada na realidade da próxima geração" que complementa o mundo real com objetos virtuais [1]. Ao longo dos anos, foram propostas várias definições para esta tecnologia. [2][3] RA é definida como uma visão direta ou indireta, em tempo real, de um ambiente físico real, melhorado/aperfeiçoado pela adição de informações virtuais geradas por computador. É interativa e combina objetos reais e virtuais [2] [3].

A integração da tecnologia de RA no contexto educativo tem permitido alternativas à forma como as pessoas aprendem e se relacionam com o ambiente que as rodeia. Essa integração pode ser exemplificada pelo SkyView [4], que permite aos alunos explorar o universo sobrepondo RA ao céu, ou pelo Froggipedia [5], que proporciona a oportunidade de explorar os órgãos internos de um sapo através da RA. Nesse contexto, o projeto EduCITY surge como uma evolução do projeto EduPARK, reconhecido pelo seu sucesso, nacional e europeu [6]. O EduCITY visa criar oportunidades para que os cidadãos contribuam para a sustentabilidade cidadã, através da construção de jogos educativos com RA e da sua exploração em percursos pela cidade.

O EduPARK, um projeto voltado para educação ambiental no parque da cidade de Aveiro, desenvolveu uma aplicação interativa inovadora baseada em RA com foco em princípios de geocaching. Essa abordagem inovadora possibilitou uma experiência envolvente e estimulante aos utilizadores, proporcionando uma aprendizagem em contexto, significativa e eficaz [7].

No entanto, o projeto EduCITY propõe ultrapassar algumas limitações do seu antecessor, expandindo os espaços ao ar livre para a cidade. Dessa forma, o projeto transpõe os limites do parque e abrange toda a cidade, proporcionando oportunidades para a participação de mais criadores de jogos. Ao contrário do EduPARK, onde a criação de jogos era restrita aos membros do projeto [6], no EduCITY toda a comunidade é incentivada a desenvolver jogos e conteúdos de RA [8]. Os conteúdos RA podem ser desenvolvidos em duas

modalidades: ARBook e Marcador Aumentado. O ARBook é um *template* de menu de RA que utiliza imagens 2D para fornecer informações complementares à realidade; e o Marcador Aumentado é um *template* que permite definir botões interativos em RA, colocados em pixels específicos de uma imagem e que dão acesso a informação digital.

A presente investigação tem como propósito estudar o desenvolvimento de mecanismos de RA para serem explorados através da aplicação móvel EduCITY, assim como de uma plataforma de configuração desses mecanismos para utilizadores sem conhecimentos de programação. Esses mecanismos incluem uma variedade de formulários pré-estabelecidos que fornecem informações sobre diferentes tipos de conteúdos.

É esperado que este trabalho desempenhe um papel importante na democratização do uso de RA na Educação, demonstrando como a integração de RA pode revolucionar os processos educativos, tornando-os mais relevantes, interessantes, envolventes e alinhados com as necessidades de aprendizagem e interesses dos estudantes.

O documento apresenta a arquitetura global do ambiente inteligente de aprendizagem, suportado por uma aplicação móvel e plataforma *web*, em desenvolvimento no âmbito do EduCITY. Apresenta, a seguir, os dois mecanismos de RA desenvolvidos, assim como as *interfaces* para a sua configuração. O documento termina com as principais conclusões e o trabalho futuro.

II. ARQUITETURA

A arquitetura proposta para o ambiente inteligente de aprendizagem (Figura 1) assenta em três componentes: a aplicação *web*, a base de dados e a aplicação móvel.

A aplicação *web* foi desenvolvida na *framework* Laravel e permite aos utilizadores configurar os conteúdos de RA por meio de formulários. Após a criação de um formulário, é possível exportar os conteúdos associados a um tipo específico de RA num ficheiro comprimido com toda a informação relevante (imagens, objetos 3D, áudios e ficheiros de texto).

A base de dados é utilizada para armazenar todas as informações necessárias para a criação das diferentes RA.

Por fim, a aplicação móvel foi desenvolvida em Unity para permitir uma fácil integração da componente de RA. Durante o processo de desenvolvimento, foram consideradas várias bibliotecas, incluindo ARCore, ARKit e Vuforia. Optou-se pela plataforma Vuforia para os conteúdos de RA, devido à sua notável estabilidade na deteção de imagens-alvo. Para ambientes com conteúdos de RA sem marcadores, foi utilizada a plataforma ARCore por ser mais adequada para mapeamento externo em ambientes com planos complexos [9]. É importante destacar que ambas as plataformas são gratuitas, o que representa uma vantagem importante em comparação com o ARKit. Além disso, quando a aplicação móvel é iniciada, é realizada uma verificação para determinar se a versão armazenada é a mais recente. Caso não seja, é realizado o *download* do pacote mais recente. Esta verificação garante que os utilizadores consigam ter sempre acesso às atualizações dos conteúdos desenvolvidos.

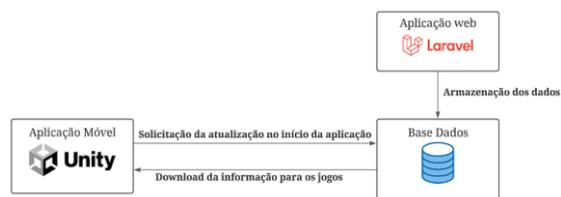


Figura 1 – Arquitetura do sistema

III. ARBOOK

O ARBook (ver Figura 2) é um *template* para um menu dinâmico de Realidade Aumentada (RA), que pode incorporar conteúdos 3D. Este mecanismo foi adaptado a partir de um menu fixo desenvolvido no projeto EduPARK, que fornecia informações detalhadas sobre 32 espécies de árvores, relativas a características como planta, folha, flor, fruto, origem, ecologia e curiosidades. O ARBook enriquece a experiência do utilizador ao despoletar informação de RA sempre que a câmara encontra um marcador (placas instaladas, com marcadores pré-definidos, no parque Infante D. Pedro, conforme ilustrado na Figura 2, por trás do dispositivo móvel).



Figura 2 - Exemplo de marcador RA - placa

Neste trabalho, foi desenvolvido um *template* flexível que permite aos criadores de jogos configurar os menus e os conteúdos a apresentar de uma forma dinâmica.

De seguida, apresentam-se as funcionalidades do ARBook, tanto na aplicação *web* como na aplicação móvel.

A. Aplicação web

Foi desenvolvida uma plataforma *web* através de uma prestação de serviços da empresa Criamagin em colaboração com o investigador que incorpora os formulários para a criação dos ficheiros de texto necessários para gerar um ARBook, conforme ilustrado na Figura 3. É importante salientar que os utilizadores devem comprimir um ficheiro que contenha um ficheiro *.obj*, a imagem da textura e o material associado.

Título (PT)*
(Título do recurso, por exemplo nome vulgar de uma espécie botânica)

ARBook

max. de 255 caracteres

Título (EN)*
(Título do recurso em inglês)

max. de 255 caracteres

Subtítulo
(por exemplo, o nome científico de uma espécie botânica)

max. de 255 caracteres

Marcador RA*
(Imagem em formato .jpg ou .png sem transparência, com máximo de 2500KB. Se precisar de reduzir as dimensões da imagem pode usar o [Sizer](#) [Rezaia](#))

Sem imagem

[Escolher ficheiro] Nenhum ficheiro selecionado

Adicione até 8 botões, onde cada botão pode conter diversos submenús. Cada submenu contém um breve texto, no lado esquerdo do ecrã, e uma imagem ou um objeto 3D, no lado direito (opcional). Comece por dar o nome ao botão e, em seguida, clique em "Novo" para criar um submenu.

Botão n°1

Título (PT)

Título (EN)

#	Descrição (pt)	Descrição (en)	Imagem	3D
No data available in table				

Figura 3 - Exemplo de formulário de criação do menu do ARBook

A informação necessária para definir um ARBook é organizada num ficheiro JSON (Figura 4) que indica os caminhos para os conteúdos (imagens e objetos 3D), bem como os nomes dos campos utilizados nos ficheiros de texto.

```

{
  "titlePanel": [
    "id1_titlePanelPlant"
  ],
  "referencia": "id1",
  "textButtonBack": "voltar",
  "nameContentPanel": "Panel_Cato",
  "textToHelpObject3D": "textToHelpObject3D",
  "stringButtonPagSup3D": "stringButtonPagSup3D",
  "stringButtonPagInf3D": "stringButtonPagInf3D",
  "urlImageHeaderGreen": "tree",
  "urlImageHeaderBlue": "question_globe",
  "printedTargetSize": 0.3,
  "targetName": "ImageTarget",
  "urlImageTargetVuforia": "mediasVZWM2kN7fxHCHUG6sS1uOuVPaReial.7xpAZtunTGg.png",
  "namePlant": "Cato",
}

```

Figura 4 – Ficheiro JSON ilustrativo

B. Funcionalidades na aplicação móvel

O ARBook é configurado através da aplicação *web* e depois visualizado em RA na aplicação móvel. O formulário permite até um máximo de oito botões (Figura 5), sendo que cada botão pode conter um número ilimitado de menus secundários com informações no lado esquerdo e uma imagem ou objeto 3D do lado direito (Figura 6).



Figura 5 - Exemplo de menu principal do ARBook



Figura 6 - Exemplo de menu secundário com um objeto 3D do ARBook

Os utilizadores podem interagir rodar verticalmente e horizontalmente assim como ajustar o tamanho dos modelos 3D. Todo o texto pode ser disponibilizado em português e inglês, bastando ao utilizador selecionar a bandeira correspondente ao idioma pretendido. O ARBook também permite “congelar” a informação de RA apresentada no ecrã do dispositivo móvel, permitindo ao utilizador afastar-se do marcador sem deixar de visualizar a informação associada.

IV. MARCADOR AUMENTADO

O Marcador Aumentado utiliza botões interativos em RA colocados em localizações específicas para aumentar uma imagem. Esta ideia surgiu no âmbito de um exemplo muito concreto no projeto EduPARK, desenvolvido para fornecer informações detalhadas sobre o azulejo do Santo António, desempenhando o papel de um marcador natural (Figura 9).

No âmbito deste trabalho, desenvolveu-se um *template* que permite criar este tipo de conteúdo aumentado, adaptável a qualquer imagem. O objetivo é permitir aos criadores de jogos associar blocos de informação textual a diferentes partes da imagem.

A. Funcionalidades na aplicação web

A criação do Marcador Aumentado requer a utilização de diversos ficheiros de texto que armazenam a informação necessária, tal como as coordenadas onde colocar os balões de texto e os botões interativos, as cores para as máscaras, as imagens e a informação textual a apresentar em RA. Foi adicionado na aplicação *web* um formulário específico para o marcador aumentado, conforme se ilustra na Figura 7.

Editar marcador aumentado

Nome

Marcador Aumentado

max. de 255 caracteres

Marcador RA*
(Imagem quadrada (táco 1:1) em formato .jpg ou .png, com máximo de 2500KB. Se precisar de reduzir as dimensões da imagem pode usar o [Sizer](#) [Rezaia](#))



Adicione até 8 botões interativos ao marcador (imagem). Cada botão vai destacar uma área do marcador com uma cor, um texto e uma nova imagem (opcional). Comece por copiar o URL acima, aceder ao link, clicar o URL na caixa de texto e clicar em "Submit". Esta ferramenta ajuda a conhecer as coordenadas dos botões e respetivos balões de texto na app. Para criar um botão, clique em "Novo". Alterne entre este formulário e a ferramenta das coordenadas.

Ordem Texto

No data available in table

* Preenchimento obrigatório

Figura 7 - Exemplo de formulário do Marcador Aumentado

O formulário permite a configuração de um máximo de 9 botões interativos em diferentes posições da imagem. Esses botões podem estar associados a texto, imagens ou máscara 2D, permitindo associar experiências interativas a imagens 2D.

A obtenção das coordenadas para os botões interativos e para a posição do balão de texto foi um passo crucial no processo. Para alcançar esse objetivo, foi necessário utilizar uma plataforma de desenvolvimento visual para conteúdos web interativos, denominada por PlayCanvas. O formulário disponibiliza o URL da imagem a aumentar para ser

visualizada no PlayCanvas permitindo verificar visualmente as coordenadas dos pixéis selecionados e possibilitando ao utilizador movimentar tanto o botão como o balão de texto as localizações adequadas (Figura 8). É possível copiar essas coordenadas para as inserir nos respetivos campos do formulário.



Figura 8 - Mecanismo para copiar as coordenadas do botão e do balão de texto

À semelhança dos outros mecanismos, o formulário cria um ficheiro JSON e dois ficheiros de texto (um para inglês e outro para português) com a informação necessária para a visualização correta do marcador aumentado na aplicação móvel.

B. Funcionalidades na aplicação móvel

Após a configuração no formulário, o marcador pode ser visualizado na aplicação móvel (Figura 9). Como referido anteriormente, o Marcador Aumentado possui até 9 botões interativos, com informações diversificadas para cada botão. Além disso, quando o utilizador seleciona um botão, é apresentada uma máscara (imagem) com uma determinada cor, escolhida previamente para destacar o detalhe a aumentar, e um balão de texto que contém um texto e, opcionalmente, uma imagem.



Figura 9 - Exemplo de Marcador Aumentado

O Marcador Aumentado apresenta uma variedade de funcionalidades, como o suporte em dois idiomas e um

template flexível que permite ao criador inserir qualquer tipo de informação em qualquer imagem e em qualquer posição. Além disso, proporciona a opção de congelar as informações de RA que aparecem no ecrã do dispositivo móvel para que o utilizador se possa desviar do marcador sem perder a informação associada.

V. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento e integração de mecanismos de RA no projeto EduCITY, destacando a sua configuração através de uma plataforma *web* e a sua utilização na aplicação móvel, proporcionando aos utilizadores a possibilidade de criar conteúdos RA de uma forma simples e rápida. Através dos mecanismos desenvolvidos é possível enriquecer a experiência do utilizador com informações detalhadas e interativas sobre diversos temas, tornando a aprendizagem mais atrativa e divertida.

O próximo passo consiste na realização de estudos com utilizadores para avaliar as características e a usabilidade das aplicações desenvolvidas, tanto ao nível da plataforma *web* como da aplicação móvel. Para tal, os primeiros dados irão ser recolhidos num *workshop* para professores do Ensino Básico e Secundário, no âmbito da Casa das Ciências.

REFERÊNCIAS

- [1] D. W. F. Van Krevelen and R. Poelman, "A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations," *International Journal of Virtual Reality*, vol. 9, no. 2, pp. 1–20, Jan. 2010, doi: 10.20870/ijvr.2010.9.2.2767.
- [2] J. Carmigniani, B. Furht, M. Anisetti, P. Ceravolo, E. Damiani, and M. Ivkovic, "Augmented reality technologies, systems and applications," *Multimed Tools Appl*, vol. 51, no. 1, pp. 341–377, Jan. 2011, doi: 10.1007/s11042-010-0660-6.
- [3] Wu Hsin-Kai, Lee Silvia Wen-Yu, Chang Hsin-Yi, and Liang Jyh-Chong, "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education," *Elsevier Ltd*, vol. 62, 2013.
- [4] A. Iftene and I.-E. Cercel, "Planetarium-An Augmented Reality Application," [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/353340418>
- [5] D. Siegle, "Seeing Is Believing: Using Virtual and Augmented Reality to Enhance Student Learning," *Gifted Child Today*, vol. 42, no. 1, pp. 46–52, Jan. 2019, doi: 10.1177/1076217518804854.
- [6] L. Pombo, M. M. Marques, L. Afonso, P. Dias, and J. Madeira, "Evaluation of a mobile augmented reality game application as an outdoor learning tool," *International Journal of Mobile and Blended Learning*, vol. 11, no. 4, pp. 59–78, Oct. 2019, doi: 10.4018/IJMBL.2019100105.
- [7] L. Pombo and M. M. Marques, *Lessons Learned – EduPARK*. Aveiro: UA Editora, 2019. Accessed: Jan. 15, 2023. [Online]. Available: <http://edupark.web.ua.pt/#book>
- [8] M. M. Marques and L. Pombo, "Design & develop a smart learning city environment for sustainability," in *ICERI2022 Proceedings*, L. G. Chova, A. L. Martínez, and J. Lees, Eds., Seville: IATED, Nov. 2022, pp. 5595–5601. doi: 10.21125/ICERI.2022.1377.
- [9] A. Hanafi, L. Elaachak, and M. Bouhorma, "A comparative study of augmented reality SDKs to develop an educational application in chemical field," in *ACM International Conference Proceeding Series*, Association for Computing Machinery, 2019. doi: 10.1145/3320326.3320386.