

Ferramentas de Autoria de Realidade Aumentada para Educação: revisão sistemática

Augmented Reality Authoring Tools for Education: Systematic Revision

André Barone Rodrigues
Ciência da Computação
Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)
Campo Limpo Paulista, Brasil
andre.barone@gmail.com

Diego Roberto Colombo Dias
Departamento de Computação, LaVIIC
Universidade Federal de São Carlos
São Carlos, Brasil
diegocolombo.dias@gmail.com

Valéria Farinazzo Martins
Faculdade de Computação e Informática
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, Brasil
valfarinazzo@hotmail.com

Marcelo de Paiva Guimarães
Universidade Federal de São Paulo (UAB/UNIFESP)/
Programa de Pós-Graduação da Faculdade Campo Limpo
Paulista (FACCAMP), São Paulo, Brasil
marcelodepaiva@gmail.com

Resumo— A realidade aumentada é uma tecnologia capaz de auxiliar a transmissão de conhecimento, mas para tanto é preciso facilitar o desenvolvimento das aplicações. O objetivo desse artigo é identificar na literatura científica trabalhos sobre ferramentas de autoria de realidade aumentada voltadas para educação que possibilitam a geração de objetos de aprendizagem. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática de artigos publicados entre 2010 e 2015 nas bases da ACM e do IEEE. Essa pesquisa resultou em 4 artigos para análise, conforme os critérios estabelecidos para inclusão. Os artigos mostraram que os pesquisadores buscam desenvolver ferramentas de fácil uso que permitam a autoria de conteúdo em realidade aumentada. Contudo, ainda existem barreiras a serem ultrapassadas para que os educadores utilizem a realidade aumentada de maneira efetiva no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chaves— realidade aumentada, educação, ferramentas de autoria

Abstract— Augmented reality is a technology capable to help on knowledge transmission, but for that is necessary to ease the applications development. The objective of this article is to identify scientific literature works related to authoring tools for augmented reality with educational purposes that generates learning objects. For this, a systematic revision has been conducted among articles published between 2010 and 2015 on ACM and IEEE databases. This research resulted on 4 articles for analysis, according to the criteria for inclusion. These articles showed that researchers are looking for the development of user-friendly tools that enable the content authoring on augmented reality. However, there are some barriers that need to be overcome for teachers to use augmented reality effectively in the teaching-learning process.

Keywords— augmented reality, education, authoring tools

I. INTRODUÇÃO

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que permite observar o ambiente real enriquecido com objetos virtuais gerados digitalmente e apresentados por meio da tela de um computador ou dispositivo móvel [1]. Assim, permite formas inovadoras de interação com o meio real, o que cria diversas oportunidades, dentre elas, a de auxiliar a transmissão de conhecimento, independentemente do contexto educacional – por exemplo, ensino fundamental ou superior. Para que os ambientes de aprendizagem adotem de maneira efetiva a RA no processo de ensino-aprendizagem é necessário que as aplicações de RA sejam geradas por usuários não especialistas, ou seja, que não possuem conhecimentos aprofundados em computação, como, por exemplo, de programação e de detecção de padrões. Além disso, o processo de geração de criação delas deve demandar um tempo razoável, pois é desejável que o educador gaste um tempo mínimo com questões tecnológicas. Além disso, o custo deve ser acessível.

Segundo Martins & Guimarães [2], nos últimos anos surgiram diversas soluções que têm facilitado o desenvolvimento das aplicações de RA. Porém, ainda exigem conhecimento técnico e/ou requerem tempo considerável para a geração de tais soluções. Segundo eles, o uso das aplicações de RA no contexto educacional exige que as seguintes barreiras sejam superadas: (1) geração de conteúdo - o processo de criação ou aquisição de conteúdo (3D, imagens, sons) deve ser facilitado; (2) processo de desenvolvimento - os educadores devem ser capazes de criar as aplicações sem conhecimentos de programação; (3) montagem de laboratórios - as aplicações devem ser de fácil uso, sem exigir requisitos especiais e com viabilidade financeira. Esses pontos ainda são barreiras porque

existe uma disparidade entre o estado da arte da RA e o tempo necessário de amadurecimento para ser implantada de maneira efetiva no contexto educacional, ou seja, para ser utilizada de maneira fácil e com custo acessível.

Este artigo tem como objetivo realizar um mapeamento das soluções atuais que permitem o desenvolvimento de aplicações de RA de maneira fácil, que é feito por meio de ferramentas de autoria. Então, tais ferramentas devem ser voltadas para usuários finais, cujo foco de uso é educacional. Para isso, realizou-se uma revisão sistemática. Com o objetivo de ampliar as possibilidades de reuso das aplicações de RA pelos educadores, buscou-se na revisão identificar também as ferramentas de RA capazes de gerar aplicações no formato de objetos de aprendizagem [3].

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a seção II apresenta o método aplicado para realizar a revisão sistemática; a seção III mostra os artigos resultantes da busca; a seção IV realiza a discussão sobre as ferramentas encontradas; e, por fim, a seção V, as conclusões.

II. MÉTODO

Estudo da revisão de literatura científica em artigos publicados no período de 2010 a 2015 e coletados nas seguintes bases de dados: ACM (<http://dl.acm.org>) e IEEE (<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore>). Em ambas as bases utilizou-se a combinação dos termos *Authoring* e *Augmented Reality* para o *abstract* e *Learning Object* ou *Education* para as *Keywords*. Na base do IEEE foi usada a busca por comando, enquanto na ACM os termos foram aplicados na ferramenta de busca avançada.

Após executadas as buscas, foi feita a análise e leitura dos resumos dos artigos encontrados, conforme os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados entre 2010 e 2015; publicados em inglês ou português. Como critério de exclusão foi adotado: artigos que não tratavam exclusivamente de ferramentas de autoria.

III. RESULTADOS

O total de artigos encontrados foi de 43, dos quais foram selecionados quatro para leitura e análise completas, conforme os critérios de inclusão e exclusão. Todos os artigos escolhidos são da base do IEEE e nenhum artigo em português foi encontrado. A Tabela 1 apresenta a descrição dos artigos selecionados para leitura e análise, que têm seus métodos e resultados relatados a seguir.

Jee, Lim, Youn & Lee [4] mostraram uma ferramenta de autoria denominada *An Immersive Authoring Tool for Augmented Reality-based E-Learning Applications* para aplicações E-Learning baseadas em RA. Nesse estudo é citado que o modelo de ensino por meio da Internet evoluiu de modelos sem interação para os que usam lista de atividades e perguntas e respostas como forma de interação e de captura da atenção do aluno. Entretanto, eles consideraram essas atividades maçantes e pouco intuitivas e, assim, acreditam que a RA possa ser mais eficiente nesses aspectos. O estudo também identificou a existência de bibliotecas que permitem a construção de aplicações para autoria de RA, como ARToolKit

[14], que usa recursos de visão computacional para identificação de marcadores para sobreposição de modelos 3D. Outra biblioteca citada é a Studierstube [5], que é de mais alto nível do que o ARToolKit, pois permite o gerenciamento de janelas, renderização de telas e suporte a dispositivos de entrada. Também foram citadas ferramentas que não exigem conhecimentos de linguagens programação, como o *plugin* para Macromedia Director Designers AR Toolkit (DART) [6], e a AMIRE [7], que permitem a criação e modificação de aplicações de RA. Não foi apontada nessas ferramentas a capacidade de gerar aplicações de RA para dispositivos móveis. Esses pesquisadores optaram por construir uma ferramenta sobre um software para edição de 3D chamado Maya [11], assim foi possível desenvolver um ambiente integrado de construção e modelagem 3D para autoria de RA. Para avaliar a eficiência do sistema os autores conduziram um experimento comparativo com alunos do ensino primário em aulas de inglês e ciências, no qual metade deles teve aula com material audiovisual tradicional e outra metade foi submetida ao sistema imersivo de E-Learning. Professores e alunos relataram que o modelo imersivo trouxe mais benefícios, pois os alunos se concentraram e participaram mais ativamente das aulas.

TABELA 1. DESCRIÇÃO DOS ARTIGOS SELECIONADOS NA BASE DE DADOS IEEE E ACM, SEUS OBJETIVOS E RESULTADOS

Artigos	Ferramenta	Objetivo	Resultados
Jee, Lim, Youn & Lee, 2011 [4]	An Immersive Authoring Tool for Augmented Reality-based E-Learning Applications	Projetar uma ferramenta de autoria que requer pouco esforço para autoria de conteúdo em RA.	A ferramenta ajuda os desenvolvedores a projetar aplicações, permitindo que eles fiquem focados apenas nos aspectos formais dessas aplicações, como marcadores e os modelos geométricos associados a estes marcadores.
Farias, Dantas & Burlamaqui, 2011 [9]	Educ-AR	Apresentar o software Educ-AR, usado para criar apresentações em RA de maneira fácil, sem a ajuda de um programador.	Desenvolveram uma API (<i>Application Programming Interface</i>), cujo componente principal é a biblioteca JARToolKit3D, que permite a criação de camadas em RA sobre o Educ-AR. Apontaram um caso de estudo onde alunos indicaram que o uso de RA torna a aula mais atrativa e interessante e professores indicaram ser viável seu uso.
Moralejo, Sanz, Pesado & Baldassari, 2013 [10]	AuthorAR	Apresentação da ferramenta AuthorAR, uma ferramenta de autoria para desenvolvimento de atividades educacionais.	É um trabalho em andamento, que produziu um protótipo.

Cubillo, Martín, Castro, Díaz, Colmenar & Boticki et al., 2014 [13]	ARLE	Prover uma ferramenta de autoria, cujo uso seja fácil pelos professores, suplantando assim as duas razões pelas quais os autores acreditam que a RA não seja uma tecnologia de uso recorrente no ensino: a dificuldade em desenvolver experiências de aprendizado em RA e a falta de ferramentas desenvolvidas especificamente para educação.	A ferramenta mostrou-se eficiente na transmissão do conhecimento e houve retorno positivo por parte dos autores de conteúdo (professores), baseado pelas médias das notas entre o grupo do experimento que fez uso da ferramenta (7,59) e do grupo de controle (5,82), que não usou.
---	------	---	--

que é um dispositivo tipo anel com conexão Bluetooth e câmera, para o auxílio de pessoas com deficiência visual, respondendo às imagens captadas com comandos de áudio. Percebendo que poucos projetos permitem a criação de conteúdo de RA voltado para educação, os autores apresentam a ferramenta AuthorAR com objetivo de auxiliar professores na criação de material em RA. O funcionamento do AuthorAR, na versão apresentada no estudo, é baseado em dois paradigmas de atividade: exploratórias, quando a atividade apresenta algo novo, como um conceito, fórmula, regra etc.; estruturação de frases, através de *templates* que permitem ao professor criar atividades para desenvolver nos alunos a composição de frases na forma sujeito-verbo-objeto. Ambos os tipos de atividades permitem ao professor adicionar alguma forma de capturar o retorno do aprendizado por parte dos alunos, como questionários ou um feedback para frases incorretas. O trabalho apresentado é parte de um projeto em desenvolvimento e ainda está sendo avaliado.

Farias, Dantas & Burlamaqui [9] publicaram um estudo onde é apresentada a criação da API (Application Programming Interface) Educ-AR, que é baseada em ARToolKit. O principal aspecto apontado pelos autores é o fato dela não exigir que o instrutor tenha conhecimentos de programação, aplicações de RA ou modelagem 3D. No trabalho apresentado, foi criada uma ferramenta web, que os educadores se registram, criam classes e submetem marcadores e objetos 3D. Os artefatos em RA são gerados dentro de uma classe pela associação de objetos 3D com marcadores. A aplicação permite também o gerenciamento e criação de marcadores personalizados.

Eles realizaram um experimento com 20 pessoas, divididas em 2 grupos de 10, sendo um em ambiente Linux e outro em Windows, que executaram tarefas que começaram com o registro no portal, passando a inserção e associação de marcadores e modelos 3D, execução do Educ-AR e observação dos modelos quando os marcadores eram manipulados. 60% destas pessoas precisaram de ajuda na associação entre modelos e marcadores e 20 % não conseguiram executar o Educ-AR por ausência do Java na máquina. Os pesquisadores concluíram que o uso da tecnologia de RA não pode ser considerado uma solução eficiente por si só, são necessários outros apoios também, como o pedagógico. Os autores apresentaram um estudo de caso, executado no SENAI, em que os alunos aprovaram o uso da RA como ferramenta de apoio à aprendizagem, expondo que o uso dessa tecnologia torna a aula mais interessante e atrativa.

Outro estudo, realizado por Moralejo, Sanz, Pesado & Baldassari [10], apresentou a RA como uma tecnologia de assistência para alunos com necessidades especiais, particularmente com dificuldades de comunicação. Esse trabalho identificou a possibilidade do uso de um método híbrido, ou seja, que envolva não só o reconhecimento por visão computacional, mas também o uso de GPS (*Global Positioning System*) para adição dos objetos virtuais à exibição do conteúdo real. Os pesquisadores apresentaram um levantamento de algumas aplicações de RA para pessoas com necessidades especiais, sendo eles: o PictogramRoom [8], que ajuda na comunicação de pessoas com autismo; EyeRing [12],

Um estudo, realizado por Cubillo, Martín, Castro, Díaz, Colmenar & Boticki [13], cita que novas tecnologias como Web 2.0, dispositivos móveis, ambientes virtuais e RA têm potencial para transmitir informação e adquirir conhecimento. Segundo os autores, a RA se mostra oportuna para o ensino de temas que envolvam treino prático e fora da sala de aula, onde os alunos necessitam de interação com o mundo real. No entanto, muitas aplicações educacionais de RA são específicas para um assunto, com conteúdos fixos, disponibilizados pelos desenvolvedores. Por outro lado, há ferramentas de RA voltadas para o uso geral, ou seja, sem direcionamento para o ensino. Assim, eles criaram um ambiente de aprendizado chamado de ARLE (*Augmented Reality Learning Environment*) que é capaz de integrar RA com o conteúdo teórico, sem que o autor tenha habilidades em programação. O sistema é baseado na arquitetura cliente-servidor, onde o conteúdo é enviado ao dispositivo móvel assim que a aplicação cliente é lançada. Para autoria de conteúdo, foi construída a ferramenta web ARLE Web-based Authoring Tool, que permite ao autor designar o formato do recurso gerado, seja imagem, vídeo, áudio ou objetos em formato 3D. A ferramenta possibilita também a inclusão de uma descrição do conteúdo e a criação de um questionário no formato de múltiplas escolhas. Por fim, o autor deve selecionar uma imagem que a câmera do dispositivo móvel reconhecerá como padrão para exibição do recurso. Quando o conteúdo é gerado, ele fica armazenado na biblioteca ARLE, permitindo seu reuso por outros autores. O ARLE possui também uma aplicação de visualização para dispositivos Android, através da qual o estudante faz uso do conteúdo, apontado a câmera do dispositivo para notas ou textos que foram usadas como referência na criação.

A avaliação do sistema foi feita por professores e estudantes, divididos em 2 grupos, sendo que um usou o sistema ARLE, chamado de grupo experimental, que poderia acessar o conteúdo tanto em sala de aula como em casa. O outro grupo, que não fez uso da tecnologia de RA, foi chamado de grupo de controle, podendo apenas acessar o vídeo em sala de aula. Foi então conduzido um exame de avaliação, com nota máxima de 8 pontos, para ambos os grupos, e os que fizeram uso do ARLE obtiveram uma média de 7,59 enquanto o grupo de controle obteve uma média de 5,82, mostrando assim um

sensível aumento no aprendizado do assunto. Os professores também deram um retorno positivo, considerando a velocidade do sistema e a facilidade de adicionar novos recursos virtuais e descrições.

IV. DISCUSSÃO

Conforme a análise dos trabalhos encontrados, a RA é objeto de estudo de alguns pesquisadores com o intuito de aliá-la ao processo de aprendizagem, por meio de ferramentas eletrônicas, como sistemas de E-Learning. O objetivo dos trabalhos analisados neste artigo é alcançar ferramentas que tornem o processo de autoria de RA confortável para qualquer pessoa, sem que haja a necessidade do envolvimento de especialistas em RA. Os trabalhos encontrados apontaram desde ferramentas em alto-nível para geração do conteúdo, inclusive com associação de atividades didáticas, como APIs que permitem o desenvolvimento de aplicações em RA de maneira mais fácil.

Um ponto importante levantado nas pesquisas é quanto à flexibilidade das ferramentas. Existem aplicações voltadas para o uso de RA na educação, porém, estes programas ficam restritos a uma disciplina e, com a flexibilização das ferramentas, torna-se possível criar conteúdo aplicável a diversas áreas do ensino e, em especial, disciplinas que requerem interação com o meio real. É apontado ainda que o uso da RA pode auxiliar no aprendizado de pessoas com necessidades especiais, apontando então uma característica importante à inclusão social.

Outro ponto de destaque nessa revisão é que apesar das ferramentas encontradas serem, geralmente, capazes de gerar aplicações de RA educacionais para qualquer contexto, elas não buscam promover o reuso das mesmas por diversos professores. Tanto que nenhuma das ferramentas encontradas tratam, por exemplo, de empacotar as aplicações no formato de objetos de aprendizagem. Então, abre-se a oportunidade e desafio de criar ferramentas de autoria que sejam de fácil uso e que também promovam o reuso delas pelos educadores.

V. CONCLUSÃO

O uso da RA como ferramenta de aprendizagem pode apoiar diversas disciplinas da educação. Para isso, os educadores devem contar com ferramentas de autoria capazes de facilitar todo o processo de desenvolvimento das aplicações de RA, simplificando desde a criação de conteúdos (objetos 3D, imagens e sons) até o uso nos laboratórios das instituições de ensino.

Nos trabalhos analisados ficou evidente que existe uma preocupação em criar ferramentas de autoria de fácil uso, porém que ainda existem desafios a serem superados. Além disso, nenhum desses artigos tratou da questão de reuso de tais aplicações por outros professores.

Assim, os próximos passos deste trabalho visam o desenvolvimento de uma ferramenta de autoria capaz de gerar

conteúdos de RA de fácil uso e voltadas para o reuso. Para atender ao reuso, a proposta é empacotar essas aplicações no formato de objetos de aprendizagem, no caso o padrão SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) [15].

REFERÊNCIAS

- [1] Irshad, S., Rambli, D. R. A.; "User Experience Evaluation of Mobile AR services". In: International Conference in Mobile Computing and Multimedia (MoMM), 2014. p. 119-126.
- [2] Martins, V. F.; Guimarães, M. P. "Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino". In: CSBC 2012 - XXXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2012, Curitiba. DESAFFIE! - I Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, 2012. p. 1-1.
- [3] Santos, M. E. C., Yamamoto, G., Taketomi T., Myiazaki J., Kato H; "Authoring Augmented Reality Learning Experiences as Learning Objects". In: International Conference on Advanced Learning Technologies, 2013. p. 506-507.
- [4] Jee, H. K., Lim, S., Youn, J. Y.; "An Immersive Authoring Tool for Augmented Reality-based E-Learnig Applications". In: International Conference in Information Science and Applications (ICISA), 2011. p. 1-5.
- [5] Schmalstieg, D., Fuhrmann A., Szalavári, G. H. Z., Encarnação, L. M., Gervautz, M., Purgathofer, W.; "The Studierstube Augmented Reality Project". In: Teleoperators and Virtual Environments February, 2002. p. 33-54.
- [6] MacIntery, B., Gandy, M., Dow, S., Bolter, J. D.; "DART: A Toolkit for Rapid Design Exploration of Augmented Reality Experiences". In: ACM symposium on User interface software and technology (UIST), 2004. p. 932-932.
- [7] Grimm, P., Haller, M., Paelke, V., Rheindold, S., Reimann, C., Zauner, J.; "AMIRE – Authoring Mixed Reality". In: Augmented Reality Toolkit, The First IEEE Workshop, 2002. p. 2-2.
- [8] MAYA <http://www.autodesk.com.br/products/maya/overview>. Acessado em 17/09/2015.
- [9] Farias, L., Dantas, R., Burlamaqui A.; Educ-AR: A tool for assist the creation of augmented reality content for education". In: International Conference Virtual Environments Human-Computer Interfaces and Measurement Systems(VECIMS), 2011. p. 1-5.
- [10] Moralejo L., Sanz, C., Pesado, P., Baldassari, S.; "AuthorAR: Authoring Tool For Building Educational Activities Based On Augmented Reality". In: International Conference in Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2013. p. 503-507.
- [11] PICTOGRAMAROOM <http://www.pictogramas.org/proom/init.do?method=whatIsTab>. Acessado em 17/09/2015.
- [12] Nanayakkara, S., Schilkrot, R., Maes, P.; "EyeRing: An Eye on a Finger". In: Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), 2012. p. 1047-1050.
- [13] Cubillo, J., Martín, S., Castro, M., Díaz, G., Colmenar, A., Boticki, I.; "A Learning Environment for Augmented Reality Mobile Learning". In: Frontiers in Education Conference (FIE), 2014. p. 1-8
- [14] Santin, R., Kirner, C., Garbin, T. R., Dainese C. A.; "Ações Interativas em Ambientes de Realidade Aumentada com ARToolKit". <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/svr/2004/aumentada5.pdf>. Acessado em 17/09/2015.
- [15] Bohl, O., Schellhase, J., Sengler, R., Winand, U.; "The Sharable Content Object Reference Model (SCORM) – A Critical Review". In: International Conference in Computers in Education (ICCE), 2002. p. 950-951.