

3

Desafios a serem superados para o uso de Realidade Virtual e Aumentada no cotidiano do ensino

Marcelo de Paiva Guimarães ¹

Valéria Farinazzo Martins ²

Resumo

Existe uma demanda por ferramentas computacionais que possam facilitar o processo de ensino-aprendizagem. As tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada são vistas como ferramentas promissoras para a melhora desse processo, pois são capazes de simular diversos conteúdos de aprendizagem. Contudo, essas tecnologias também são conhecidas como soluções que demandam recursos específicos, como hardware, software e treinamento próprio. Este artigo apresenta essas tecnologias e as barreiras que devem ser ultrapassadas nas escolas para a implantação delas no contexto diário das escolas. Discute-se as dificuldades que os professores têm na geração de conteúdos; no desenvolvimento de aplicações e na construção de laboratórios. Por fim, são apresentados alguns exemplos de uso da Realidade Virtual e Aumentada no contexto educacional.

Palavras-Chave: Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Ensino, Aprendizagem.

Abstract

There is a demand for tools that facilitate the teaching-learning process. Virtual Reality and Augmented reality are seen as promising tools for improving this process because they create environments and situations where students can learn different subjects. However, these technologies are also known as solutions that require specific resources, such as hardware, software and training. This paper aims to present the challenges in the use of Virtual Reality and Augmented Reality by schools. It is presented these technologies and the main challenges to be overcome to become part of the educational context daily. It discusses the difficulties faced by the teachers to generate content; in the software development; and the lab cost. It also presented some educational examples of applications based on Virtual Reality and Augmented Reality.

Keywords: Virtual Reality, Augmented Reality, Teaching, learning.

¹Universidade Federal de São Paulo/membro do Programa de mestrado da Faculdade Campo Limpo Paulista, São Paulo, Brasil marcelodepaiva@gmail.com

²Faculdade de Computação e Informática ---- Grupo de Processamento Gráfico ---- Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, Brasil valfarinazzo@hotmail.com

1 Introdução

Existe uma busca constante por tecnologias que possam auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de tal maneira que acarretem avanços nos métodos de ensino, aprimorando assim o modo com que os professores transmitem o conhecimento e, conseqüentemente, o modo de aprendizagem dos alunos. Como resultado dessa procura, na última década ocorreu um significativo aumento no uso de tecnologias computacionais nas salas de aula, principalmente devido à diminuição dos custos envolvidos, o surgimento de novas ferramentas de software e a evolução das interfaces de interação com as aplicações. Apesar de muitas tecnologias, principalmente as emergentes, estarem cada vez mais presentes no contexto educacional, como é o caso, por exemplo, de aplicativos que auxiliam a exercitar a tabuada ou o alfabeto para crianças, ainda são inviáveis de serem utilizadas pela maioria dos professores. Em uma análise ampla, nota-se que isso ocorre porque existe uma disparidade entre o estado da arte delas e o tempo necessário de amadurecimento para ser implantada de maneira efetiva, ou seja, disponibilizada de maneira fácil e com custo acessível para todos.

A Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) são exemplos de tecnologias que estão maduras no meio científico, mas ainda estão pouco presentes no meio educacional, de maneira efetiva. As peculiaridades dessas tecnologias, como a dificuldade para a geração de conteúdo, dificulta até o momento a sua adoção ampla pelos professores (MARTINS, GUIMARÃES, 2012). RV e RA são capazes de auxiliar o processo de transmissão de conhecimento, pois podem simular situações reais ou não, em ambientes controlados, sem a necessidade do usuário estar fisicamente no local ou de possuir equipamentos, como, por exemplo, uma nave espacial (AZUMA et al, 2001; KIRNER; SICOUTO, 2007).

RV e RA são tecnologias multissensoriais que utilizam recursos multimídia, de computação gráfica, processamento de imagens e outros, para a criação de ambientes total ou parcialmente artificiais [2,3]. Elas ampliam as limitações físicas naturais dos seres humanos, enriquecendo a manipulação dos objetos visualizados durante as simulações. Para isso, os ambientes de RV e RA utilizam variados dispositivos convencionais e não-convencionais de entrada/saída (trackers, capacetes de visualização, luvas, spaceball e joystick) para tornar a interação o mais real e natural possível. Esses dispositivos proporcionam aos usuários a impressão de que a aplicação está funcionando no ambiente real, permitindo a exploração e a manipulação natural dos objetos com o uso das mãos, por exemplo, para apontar, pegar, e realizar outras ações. Durante as simulações, os usuários entram em um espaço virtual para visualizar, manipular e explorar os objetos das aplicações em tempo real. Para isso, os usuários usam os seus sentidos, particularmente os movimentos naturais tridimensionais do corpo.

O potencial de uso de RV e RA em diversos contextos educacionais é amplo, pois podem simular desde um passeio em um museu arqueológico até uma expedição pela galáxia. Além disso, podem ser aplicadas em qualquer nível de instrução e faixas etárias. Assim como possibilitam auxiliar a aprendizagem das operações matemáticas fundamentais, também podem simular fenômenos físicos complexos. Em muitas situações, devidos aos requisitos específicos, como, por exemplo, equipamentos, o desenvolvimento de tais simulações não é simples. A evolução dos sistemas de RV e RA na última década foi significativo – enquanto há dez anos havia pouquíssimas soluções, sempre de alto custo, hoje há uma gama de soluções disponíveis sob licenças de custo baixo (MARANA; BREGA, 2008). Porém, muitos desafios ainda estão em aberto.

Para que as aplicações de RV e RA sejam utilizadas em larga escala nas salas de aula, devem atender tanto os aspectos pedagógicos quanto requisitos como a facilidade de uso, custo acessível e a capacidade de proporcionar a preparação rápida pelos próprios professores dos conteúdos que serão abordados. Além disso, para a tecnologia agregue valores no processo de ensino, é necessária a criação e adoção de uma metodologia eficaz de inserção delas no contexto educacional.

Diversas aplicações de RV e RA já foram desenvolvidas em diversas áreas educacionais, como na medicina, engenharia, química e física (CARDOSO et al., 2013)[5]. Porém, devido à complexidade envolvida, essas aplicações são construídas por especialistas de Computação. Além disso, geralmente são apenas protótipos desenvolvidos e, assim, não são implantados em escola. Dessa maneira, elas não passam por uma avaliação formal e pela validação dos usuários finais – professores e alunos, tampouco essas aplicações são focadas nos requisitos funcionais apropriados, exatamente por não envolverem esses usuários finais.

Este artigo trata dos desafios a serem superados para que ocorra o desenvolvimento rápido e eficaz de sistemas e conteúdo educacionais de alta qualidade com base no uso de RV e RA. Assim, tem-se como objetivo, principalmente, discutir as questões ligadas ao uso efetivo dessas tecnologias, visto que, atualmente, a maioria dos professores desconhece as suas potencialidades; as ferramentas não atendem o requisito de facilidade de desenvolvimento de novas aplicações; e o custo de laboratórios específicos ainda é alto para a maioria das instituições de ensino.

Este artigo mostra na seção 2 as características, potencialidades e restrições de RV e RA. A seção 3 analisa o desenvolvimento rápido e eficaz de conteúdo educacional com base no uso de RV e RA. Para isso, trata de assuntos como a falta de conhecimento tecnológico dos envolvidos; a falta de um processo de desenvolvimento de software adequado e de ferramentas eficazes; e a restrições orça-

mentárias. Em continuação, a seção 4 apresenta alguns casos de estudo que já foram desenvolvidos, porém com diversas restrições. Por fim, são apresentadas as conclusões.

2 Ambientes de Realidade Virtual e Realidade

Aumentada

Enquanto a RV cria ambientes totalmente virtuais, a RA mistura elementos do mundo real com elementos virtuais. Contudo, ambas tecnologias, em graus de diferentes, têm como características a imersão (a aplicação deve ser apresentada de forma que o usuário se sinta integrado ao ambiente); a interação (possibilidade de executar ações que tenham reflexos neste ambiente); e o envolvimento (engajamento do usuário na atividade).

RV pode ser definida como uma das formas mais avançadas de interface do usuário com o computador até o momento [5]. De acordo com Kalawsky (1993) e Vince (1995), entre outros, um ambiente virtual típico deve agregar características que o tornem:

- Sintético: o ambiente é gerado em tempo-real por um sistema computacional (ele não é pré-gravado, como acontece com sistemas de multimídia);
- Tridimensional: o ambiente virtual é representado tridimensionalmente e, além disso, existem recursos que dão a ideia de que ele possui profundidade e de que o usuário pode mover-se através dele;
- Multissensorial: significa que mais de uma modalidade sensorial é usada ao mesmo tempo para representar o ambiente, como sentido visual, sonoro, espacial, de reação do usuário com o ambiente, etc.;
- Imersivo: é uma sensação mais forte do que olhar e ouvir uma imagem de um monitor; o usuário tem o sentimento de que está dentro do ambiente produzido computacionalmente. Normalmente, um sistema totalmente imersivo é obtido com o uso de capacetes de visualização e CAVEs (Cave Automatic Virtual Environment). Além da visualização, a imersão é também obtida por intermédio da exploração de outros sentidos, como audição e tato;
- Interativo: está ligado à capacidade do computador detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele;
- Realístico: refere-se à precisão com que o ambiente virtual reproduz os objetos reais, as interações com os usuários e o próprio modelo do ambiente;

- Composto de aspectos não existentes no mundo real: trata-se de acrescentar aspectos que não existem no mundo real. Por exemplo, em uma livraria a aplicação pode destacar os livros que acredita serem do interesse do usuário, enquanto ele se locomove e olha as estantes.

O atendimento dessas características varia conforme a aplicação, porém a presença delas tornam os ambientes sofisticados, ou seja, com um grande número de recursos, alto nível de interação e imersão e, ao mesmo tempo, que satisfaçam os usuários. Por exemplo, a Figura 1 mostra um ambiente de RV desenvolvido para o ensino de odontologia. Como se trata de um mini-Cave (três telas), o seu grau de imersão é inferior a de um CAVE. Contudo, devido o ângulo de abertura das telas, ela suporta uma quantidade maior de usuários durante uma simulação, o que pode ser vantagem para o contexto educacional, além disso, é de menor custo – mas não o suficiente para ser utilizado em larga escala por todas as escolas.

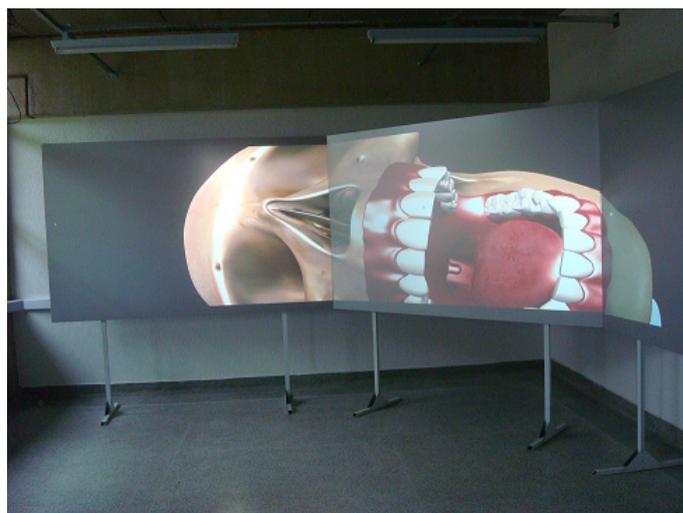


Figura 1: Aplicação de Realidade Virtual

Destaca-se como vantagem da RV sobre outras formas de interação homem-computador a capacidade do usuário visualizar o ambiente, a partir de qualquer ângulo, à medida que vão sendo feitas alterações em tempo real. Também, permite que comportamentos e atributos possam ser fornecidos a objetos pertencentes ao ambiente, o que propicia a simulação de respostas e funções do mundo real focado. Assim, cria-se interfaces que resultam no uso do conhecimento intuitivo do usuário a respeito do mundo físico durante a manipulação do mundo virtual (VINCE, 1995; STUART, 1996; KIRNER, PINHO, 1996).

Advinda da RV, tem-se a RA, que trata da sobreposição de objetos virtuais no mundo real, enriquecendo então o ambiente real com objetos virtuais, em tempo real (AZUMA et al., 2001). Essa tecnologia é apontada pelo Horizon Report (2013) como uma das que irão gerar impactos significativos na área educacional nos próximos anos. Se-

gundo Azuma (2001), existem três características principais nos sistemas de RA:

- Combinação do mundo real com os objetos virtuais dentro do ambiente real;
- Interatividade em tempo real ; e
- Alinhamento exato dos objetos virtuais no ambiente real.

Um ambiente de RA é composto por um cenário predominante real com alguns objetos virtuais inseridos. Para interagir com o ambiente de RA, o usuário pode utilizar desde marcadores até as próprias mãos para manipular os objetos virtuais no mundo real. A interação é sempre em tempo real, não importa o meio utilizado para interagir. A Figura 2 mostra um exemplo de aplicação de RA. Ela tem como objetivo mostrar uma caravela quando um determinado marcador é apresentado. Como as aplicações de RA fornecem um grau de imersão inferior às de RV, então, geralmente, os custos são inferiores. Por exemplo, a aplicação dessa figura não requer nenhum equipamento específico. No caso somente um computador com uma câmera, um marcador e o software de RA.

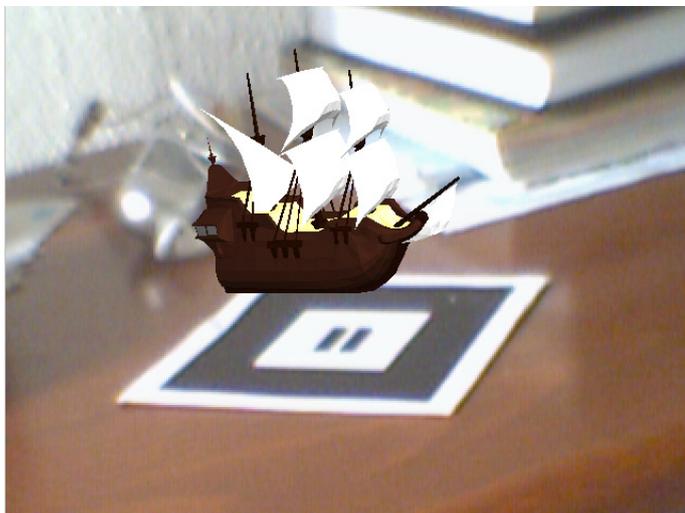


Figura 2: Aplicação de Realidade Aumentada

Tanto a RV quanto a RA possuem características que tornam o seu uso favorável no contexto educacional, como, por exemplo:

- O aluno tem liberdade para executar a mesma simulação várias vezes;
- Podem ser utilizadas de maneira colaborativa ou individual;
- Possibilitam a visualização e manipulação de objetos diversos, como uma caravela (Figura 2);
- Podem simular situações impossíveis no mundo real,

como, por exemplo, uma exploração da Lua em segundos;

- Possibilita a simulação e prática de conteúdos de modo similar ao modo real, como, por exemplo, as leis de trânsito;
- Permitem a simulação de ambiente reais ou virtuais;
- O custo atual permite que muitas das simulações, mesmo as imersivas (Figura 1), sejam suportadas por equipamentos comuns.

A evolução das ferramentas de desenvolvimento de ambientes de RV e RA na última década é considerável; hoje há uma gama de soluções disponíveis. Porém, ainda exigem um elevado conhecimento técnico e/ou requerem bastante tempo para geração de conteúdos, o que torna a criação de ambientes educacionais e a geração de conteúdos de RV e RA de maneira fácil e eficaz um desafio.

3 Desenvolvimento rápido e eficaz de conteúdo educacional com base em Realidade Virtual e Aumentada

A implantação efetiva da RV e RA no ensino ainda é um desafio, pois exige transpor diversas barreiras. A primeira delas é a identificação dos conteúdos que podem usufruir dessas tecnologias. Isso acontece porque a potencialidade delas é ainda não é conhecida o suficiente pelos envolvidos, no caso, os professores. A segunda barreira é tecnológica, que trata do descompasso entre o processo de desenvolvimento proposto na Engenharia de Software para aplicações interativas (SOMMERVILLE, 2010; PRESSMAN, 2009) e como esses projetos estão sendo desenvolvidos. Por fim, a última barreira, refere-se à viabilidade financeira para a incorporação delas no contexto educacional. Embora uma das áreas mais citadas para o uso de RV/RA seja a educacional, muito poucos projetos são, de fato, implantados em escolas, públicas ou privadas, para apoio ao aprendizado, de maneira efetiva.

3.1. Desafio 1: geração de conteúdo

A criação de conteúdos para aplicações de RV e RA demanda grande tempo e esforço. Para desenvolver tais conteúdos são necessários não apenas conhecimento técnico computacional, mas, também, conhecimento do tema, além de possuir habilidades pedagógicas. Devido às ferramentas de desenvolvimento de conteúdos não serem de alto nível, ou seja, fáceis de serem utilizadas, os professores sentem-se incapazes de gerar esses conteúdos. A solução encontrada por alguns professores é a busca por equipes de apoio, o que restringe a tecnologia a apenas algumas instituições.

Geralmente os conteúdos são compostos por desenhos em 3D (três dimensões), como um carro ou um avião. A

tridimensionalidade acrescenta, nas simulações de RV e RA, a ilusão de profundidade na cena. Além desses objetos em 3D nas cenas, as simulações exigem o uso de técnicas como as que envolvem luz, sombra e acerto de perspectivas. Alguns exemplos de softwares que podem ser utilizados para a criação desses conteúdos são os seguintes: 3DS (2014), Blender (2014) e o SketchUp (2014). A Figura 3 mostra a interface da ferramenta de modelagem Blender, nela o modelador cria os objetos em 3D, realizando a composição e deformação de objetos básicos (pontos, cilindros, esferas, cubos e outros).

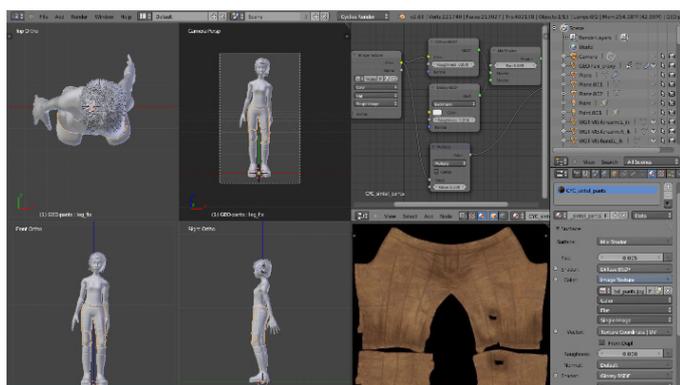


Figura 3: Interface do Blender

Para que conteúdos educacionais sejam desenvolvidos amplamente, existe a necessidade que as ferramentas sejam de alto nível, o possibilitará que o foco dos professores seja somente o conteúdo das aulas. Dessa maneira, eles não precisarão ter o conhecimento profundo de material de base (como computação gráfica, conhecimento em linguagens de programação, interface com o sistema operacional, etc.), que atualmente é exigido. As metodologias educacionais que possibilitam o uso de tecnologias como RV e RA também devem sofrer mudanças, de tal modo que a incorporação delas no contexto educacional realmente facilite o processo de ensino-aprendizagem.

Atualmente já existem algumas ferramentas que possibilitam a geração de conteúdos pelos próprios professores. Por exemplo, o Flaras (SOUZA; MOREIRA; KIRNES, 2014) é uma ferramenta de autoria de RA que fornece uma interface gráfica para a montagem das aplicações. A Figura 4 mostra a interface dessa ferramenta. Note que o mundo (objeto 3D) está associado a um marcador que está sendo segurado pelo usuário.

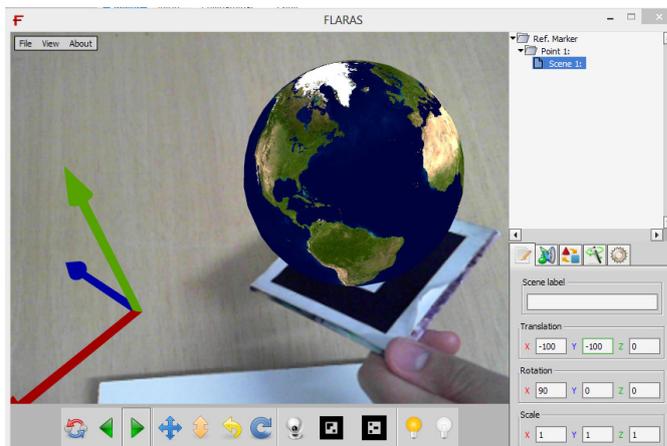


Figura 4: Ferramenta de autoria Flaras

Com o Flaras, os professores não precisam conhecer aspectos computacionais para o desenvolvimento dos aplicativos de RA. Ele permite o uso de imagens, objetos 3D de repositórios, como o Armazém 3D (KMZ ou DAE), vídeos e sons. A interação do usuário com os objetos ocorre com o uso de ponteiro com marcador ou com o mouse. As aplicações Flaras são executadas diretamente do navegador de internet pelo Adobe Flash Player, tanto online como local. A abordagem dos autores do Flaras é a de estimular o uso de objetos já modelados e depositados em repositórios. Se o objeto desejado já existir, então a criação do conteúdo será facilitado, caso contrário, o modelo deverá ser criado, o que gera a dependência de pessoal técnico especializado.

3.2. Desafio 2: Desenvolvimento de aplicações de RV e RA voltadas ao ensino

As simulações de RV e RA exigem a existência de um software que controla o ambiente simulado, como por exemplo, a exibição das imagens e as interações dos usuários. Assim, principalmente para as simulações mais sofisticadas, como, por exemplo, uma navegação na galáxia com um nave, exige a construção de softwares específicos. O processo de desenvolvimento para aplicações de RV e RA é composto por quatro etapas, que são inter-relacionadas, como pode ser visto na Figura 5.

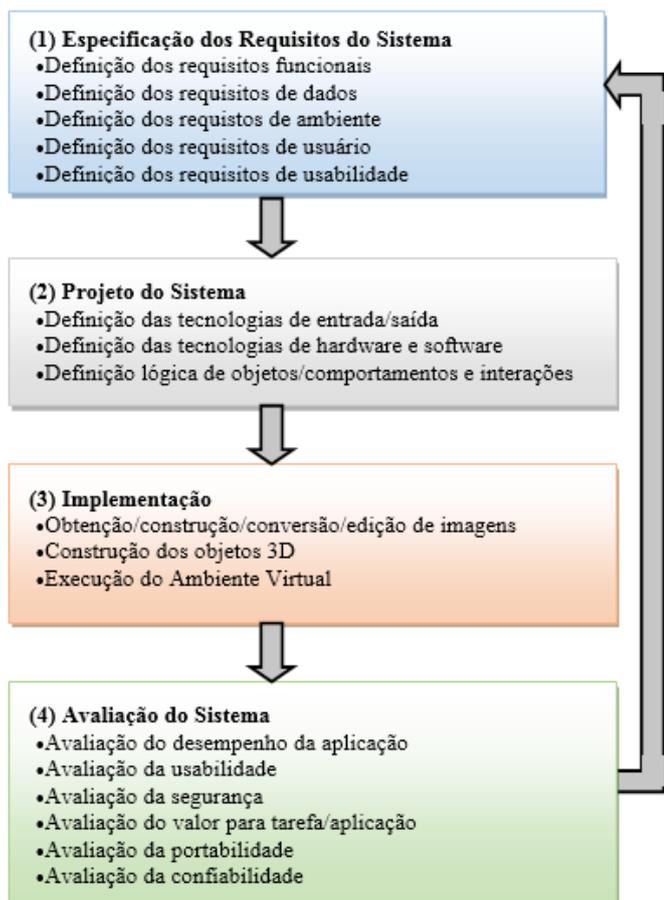


Figura 5: Processo de Desenvolvimento para Aplicações de RV e RA

As subseções seguintes detalham essas etapas.

3.2.1. Análise de Requisitos

Nesta fase são citados os requisitos tanto funcionais quanto não funcionais. Preece (2005) propõe que os requisitos não funcionais sejam detalhados, o que faz com que sejam divididos em requisitos funcionais, ligados ao escopo da aplicação: requisitos de dados, que captam volatilidade, quantidade e precisão da massa de dados; requisitos de ambiente, que se referem às restrições do ambiente físico aonde a aplicação será executada; requisitos de usuário, que tem por objetivo conhecer quais os potenciais usuários da aplicação, e, finalmente, os requisitos de usabilidade, que são focados em metas como facilidade de aprendizado, facilidade de memorização e eficiência.

Esses requisitos só podem ser alcançados se o desenvolvedor conhecer a demanda da aplicação e o contexto em que será utilizada, por meio, por exemplo, de entrevistas com professores e alunos, a fim de se descobrir onde essa tecnologia poderia ser aplicada de maneira mais produtiva. Aqui também é necessário conhecer o ambiente onde a aplicação que está sendo desenvolvida será executada, tais como: restrições de equipamentos e de espaço físico.

Para um uso eficaz dessas tecnologias, o desenvolvimen-

to de aplicações depende de um correto e completo levantamento dos requisitos. Mesmo assim, vários trabalhos na literatura (SILVA, SOUZA, 2013; RODRIGUES et al., 2010; BORGES, 2013) apontam que esse levantamento de requisitos não é realizado de maneira eficiente, pois a análise de requisitos limita-se ao foco do desenvolvedor, não envolvendo os potenciais usuários finais, tampouco se conhecendo a realidade das escolas que poderiam utilizar tal aplicação.

3.2.2 Projeto do Sistema

Essa etapa tem por objetivo examinar fatores ligados às tecnologias que serão empregadas no sistema, incluindo a definição das tecnologias de entrada/saída usadas na aplicação; a definição das tecnologias de suporte e computacionais, tanto de hardware quanto de software; e a definição dos objetos virtuais que compõem o ambiente, seus comportamentos e interações.

Para uma aplicação que tem o intuito de ser utilizada em escolas, é preciso conhecer o ambiente físico em que será utilizada, atentando-se às restrições de hardware e software já existentes, o que geralmente não ocorre. Esse tema será detalhado no item 3.3 deste trabalho.

3.2.3. Implementação

É clara a necessidade de ferramentas para o desenvolvimento de aplicações e conteúdos de RV e RA. Elas devem atender aos requisitos básicos de software, como: usabilidade, suporte a novas tecnologias, desempenho, facilidade de manutenção, tolerância a falhas, portabilidade e reusabilidade. Devem também fornecer recursos específicos para as áreas de RV e RA, como suporte a dispositivos de entradas não convencionais e geração de imagens em tempo real. Além disso, devem ser de fácil uso e permitir a rápida geração dos conteúdos.

A construção, atualmente, de aplicações de RV e RA pode ser dividida em quatro partes básicas: um ambiente físico (iluminação, ar condicionado, eletricidade); um sistema computacional de processamento (hardware); um sistema de visualização (saída: incluindo vídeo, áudio, retorno tátil etc.); e um sistema de interação (entrada: joysticks, trackers, câmeras, etc.). Para a integração das três últimas partes, é necessário um sistema de software que una os sistemas de modo apropriado, que, de maneira geral, são os seguintes:

- Ferramentas de modelagem: a criação de um mundo virtual requer a modelagem da cena: o ambiente virtual, os personagens, os objetos, etc. Para fazer essa modelagem, são utilizados programas de modelagem capazes de manipular a geometria, texturas e preparar animações dos objetos. Em alguns casos, é possível ainda atribuir ações ou comportamentos aos objetos dentro do próprio programa de modelagem.

Exemplos de ferramentas de modelagens são: Blender, 3D Studio e o Maya.

- Engines gráficos: a síntese (geração) de imagens de um software de RV e RA é coordenada pela engine (motor) gráfico, como, por exemplo: Ogre, Panda3D, OpenSceneGraph, OpenSG, Crystal Space e Irrlicht.

- Frameworks para RV/RA: eles apresentam funcionalidades específicas para cada tipo de aplicativo, como: suporte a dispositivos de entrada não-convencionais de forma abstrata, permitindo que novos dispositivos sejam usados sem modificação (ou com poucas modificações) do software; suporte a dispositivos complexos de saída, por exemplo com múltiplas saídas de vídeo em disposição arbitrária, algo raramente suportado por engines.

- Software de administração de hardware: sistemas de RV e RA podem se tornar consideravelmente complexos, e sua administração deve ser reduzida ao mínimo. Geralmente, utiliza-se o próprio software do fabricante ou constrói-se um.

Enquanto não houver ferramentas que possam eliminar ou facilitar esses quatro itens supracitados, somente especialistas estarão aptos a desenvolver tais aplicações de RV e RA.

3.2.4. Avaliação do Sistema

Não se deve subestimar a importância da avaliação de um sistema. Se o sistema que se projetou será utilizado para a aplicação desejada, ele será avaliado; a única questão é se alguém avaliará apenas um protótipo, usando-o para modificar e melhorar o projeto, ou se os usuários finais do produto utilizado desempenharão a avaliação, quando já é bastante tarde para melhorá-lo. A filosofia do projeto iterativo propõe que se avaliem protótipos e ativamente se usem os resultados para aprimorá-lo, antes que a aplicação seja instalada.

Obviamente, para avaliar de maneira eficiente as aplicações de RV e RA na área educacional, o usuário deve estar envolvido desde muito cedo no processo de desenvolvimento. Isso significa que o desenvolvedor deve conhecer seu público-alvo – professores e alunos – e estabelecer uma relação próxima com eles, de modo a envolvê-los na avaliação. Vale a pena ressaltar que é de suma importância que esses projetos sejam implantados nas escolas-alvo, a fim de que os testes finais sejam realizados no ambiente em que deverão ser utilizados.

3.3. Desafio 3: Montagem de laboratórios de RV e RA

Se forem analisados os recursos computacionais disponíveis atualmente nas escolas públicas no Brasil, pode ser percebido que, em um cenário otimista, os laboratórios

destinados à inserção do aluno no mundo tecnológico são compostos por computadores geralmente com hardware e software defasados. É válido ressaltar que essas escolas, em sua quase totalidade, não dispõem de recursos financeiros para a compra de softwares e dispositivos de entrada e saída não-convencionais, tais como luvas, joysticks, capacetes – que permitiriam que as aulas se tornassem mais dinâmicas e motivadoras, aliado ao despreparo das pessoas que gerenciam esses laboratórios. Assim, é possível notar que laboratórios ideais para o uso de RV e RA são complexos e caros ainda, e exigem um elevado conhecimento técnico da Instituição envolvida. A realidade é que os laboratórios de Informática dessas escolas limitam-se, ainda, na sua grande maioria, a recursos para acesso à internet para pesquisas bibliográficas.

Torna-se então um desafio computacional criar laboratórios commodities, que possibilitem a sua montagem por usuários leigos, e com poucos recursos financeiros. Tanto RA quanto RV podem ser utilizadas com soluções simples, como visualização em monitores dos computadores pessoais, em vez de ambientes imersivos proporcionados por CAVEs. Apesar de soluções simples, como as que utilizam monitores convencionais, não explorarem toda a potencialidade da RV e RA, elas podem ser suficientes para diversas situações de ensino.

4. Exemplos de Projetos de RV e RA desenvolvidos

A literatura apresenta diversos relatos de ambientes que foram criados com recursos financeiros limitados. Neles é possível perceber que a criatividade dos envolvidos é o principal diferencial. A seguir são mostrados alguns exemplos de sistemas desenvolvidos com as tecnologias de RV e RA voltados para o aprendizado. Esses aplicativos citados a seguir mostram que é possível utilizar RV e RA na educação, principalmente ligados ao ensino fundamental e médio. Porém, fica clara a dependência do envolvimento de profissionais de tecnologia, o que dificulta a implantação real de RV e RA nas escolas. Todos eles foram desenvolvidos por especialistas em Computação.

4.1 RV para Ensino de Português

O propósito dos autores (ABREU et al., 2011;

MARTINS et al., 2012) é a apresentação de uma solução de software de RV de baixo custo voltada à área de Língua Portuguesa, que tem como objetivo ensinar novas normas técnicas da língua portuguesa.

Um ponto fundamental desse projeto é que ele foi realmente implantado em uma escola pública na cidade de São Paulo. Com os resultados alcançados por esse sistema, abordando uma avaliação formal com alunos e professores da escola pública, foi demonstrada a viabilidade de utilização do sistema com usuários reais. Assim o sistema foi desenvolvido levando em consideração as

limitações de infraestrutura da escola-alvo da pesquisa. Um fato interessante é que os alunos, focos do estudo, sentiram-se tão motivados com a aplicação que convidaram seus próprios professores para experimentá-la.

Nesse jogo, os alunos navegam em um ambiente virtual coletando moedas (explicação de conteúdos) e respondendo perguntas. A Figura 6 mostra um exemplo do usuário navegando no ambiente.



Figura 6: Processo de Desenvolvimento para Aplicações RV e RA

4.2. RV para Ensino de Matemática

Oliveira e Martins (2010) mostraram todos os passos para a implantação de RV não-imersivo, em uma escola pública da cidade de São Paulo, destinado ao ensino de Matemática. Foram realizadas avaliações formais com alunos e professores da escola. Percebeu-se que se houvesse um repositório de objetos de aprendizagem, utilizando RV, para as diferentes disciplinas que os alunos cursam no ensino fundamental e médio, haveria um maior entusiasmo no aprendizado. Os exemplos – objetos de aprendizado em Matemática – apresentados aos alunos foram muito bem recebidos.

A Figura 7 apresenta uma cena dessa aplicação, que é composta por um quadro, no qual está escrita uma pergunta aos estudantes a fim de fornecer duas opções a ele: no caso entrar na porta azul ou na porta vermelha conforme a resposta à indagação (MARTINS; OLIVEIRA, GUIMARÃES, 2013, p. 98-112).

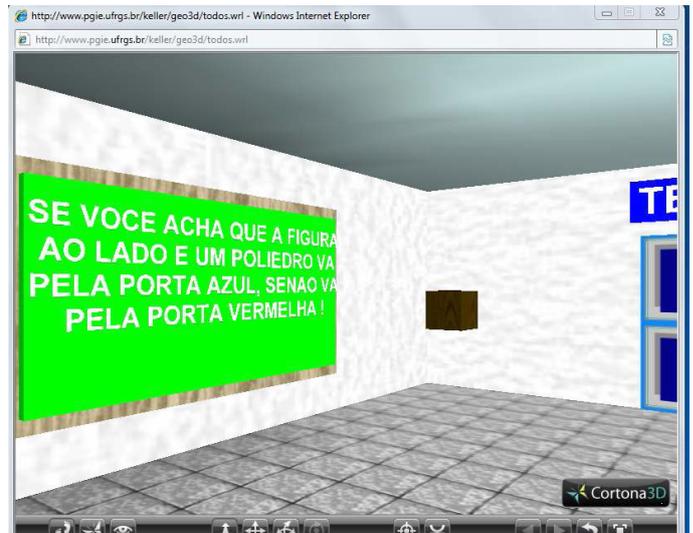


Figura 7: Pergunta apresentada ao estudante

4.3. RA para Ensino de Geometria

Varela e Martins (2010) também mostraram os passos para a construção de objetos de aprendizagem utilizando RA destinados ao ensino de Geometria; esse sistema foi testado por alunos universitários. Nesse projeto, o aluno teve de apresentar RA para a professora de Matemática, a fim de que ela pudesse perceber as oportunidades do uso dessa tecnologia no aprimoramento do conteúdo de sua disciplina. Feito isto, a professora percebeu a importância de melhorar a visualização de algumas figuras geométricas tridimensionais, quando sofrem rotação, e que a RA poderia contribuir para isso.

A Figura 8 ilustra o aluno manipulando um parabolóide de 3D, por intermédio de movimentos de um marcador (MARTINS; VANZELLA; GUIMARÃES, 2012). Dependendo dos valores das incógnitas, acontece a rotação da imagem para algum dos eixos. Quando o aluno rotaciona o objeto para qualquer lado, isso representa a mudança dos valores nas funções de geração dos objetos.

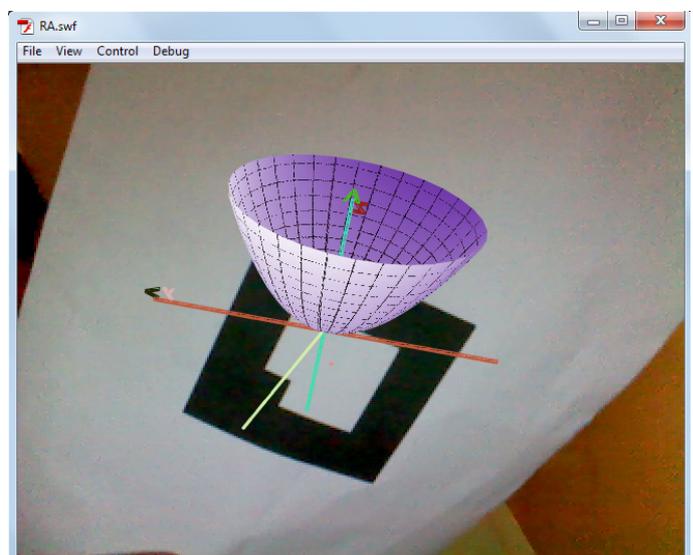


Figura 8: Parabolóide.

5. Conclusões

É constante a evolução das tecnologias relacionadas a RV e RA, o que as tornam cada vez mais sofisticadas e complexas. Tornou-se cotidiano o desenvolvimento de hardwares e softwares cada vez mais robustos. Os softwares estão sendo aprimorados, com melhora do desempenho, da qualidade de reconhecimento de padrões em RA e da qualidade de imagem final gerada; há também maior suporte a problemas específicos, como a renderização estereoscópica ou deformada, suporte transparente aos dispositivos de entrada, e a computação distribuída. Entretanto, essas tecnologias são ainda bastante difíceis de serem utilizadas por pessoas não especialistas em Computação, o que limita a construção de aplicações na área educacional por professores, que são os geradores de conteúdo apropriado para suas disciplinas.

Embora haja soluções de RV e RA com licenças de baixo custo, as escolas públicas não estão preparadas para a conversão de seus laboratórios de informática em laboratórios para o uso dessas duas tecnologias. Entre os pontos de dificuldade estão: hardware e software – falta de equipamentos não convencionais e despreparo de pessoas que gerenciam esses laboratórios. Arelado a esses problemas supracitados, ainda é possível salientar que os professores atualmente não estão preparados (capacitados) para o uso de recursos computacionais em suas aulas, mesmo os mais simples, limitando, muitas vezes, ao uso de internet para produção de material de referência bibliográfica.

Outro ponto bastante importante é notar que o desenvolvimento atual, por especialistas, de muitas aplicações de RV e RA na área educacional, não envolve verdadeiramente os usuários finais – professores e alunos – e não abordam nem a implantação dessas aplicações em escolas, tampouco avaliações formais.

Dessa maneira, é possível notar que o desenvolvimento de conteúdo educacional, com base no uso de RV e RA, e a implementação deles nas escolas, com alta qualidade e com rapidez, é um desafio a ser superado.

4 Referências

MARTINS, V. F.; GUIMARÃES, M. P. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. CSBC

2012 – XXXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2012, Curitiba. DesafIE! – I Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, 2012. p. 1-10.

AZUMA, R.; BAILLOT, Y.; BERINGER, R.; FEINER, S.; JULIER, S.; MACINTYRE, B., Recent Advances in Augmented Reality, Journal IEEE Computer Graphics and

Applications archive, Volume 21 Issue 6, Page 34-47, November 2001.

KIRNER, C.; SICOUTO, R. (Org.). Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality. 1ed.: SBC, 291 páginas, 2007.

MARANA, A. N.; BREGA, J. R. F. (Org.). Técnicas e Ferramentas de Processamento de Imagens Digitais e Aplicações em Realidade Virtual e Misturada. 1ed. Bauru: Editora Canal 6, 170 páginas, 2008.

CARDOSO, A.; ZORZAL, E.; GUIMARÃES, M. P.; PINHO, M. Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada, Sociedade Brasileira de Computação - SBC, ISSN 2177-6776, Porto Alegre, RS, v.3, 2013.

KALAWSKY, R. S. The Science of Virtual Reality and Virtual Environments: A Technical, Scientific and Engineering Reference on Virtual Environments, Addison-Wesley, ISBN-10: 0201631717, ISBN-13: 978-0201631715, 1993.

VINCE, J. Virtual reality systems, ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co. New York, NY, USA, ISBN:0-201-87687-6, 1995.

STUART, R. "The Design of Virtual Environments". Fairfield, Pennsylvania, McGraw-Hill, 1996.

KIRNER, C., ; PINHO, M. "Introdução à Realidade Virtual", Minicurso Jornada de Atualização(JAI)/Sociedade Brasileira de Computação (SBC), Recife, PE, 1996.

NMC Horizon Report: Edição Ensino Superior 2013. ISBN 978-0-9889140-4-9. Disponível em: <http://www.nmc.org/pdf/2013-Horizon-Report-HE-PT.pdf>

SOMMERVILLE, I. Software Engineering. Addison-Wesley. 9th Edition. 792 p., 2010.

PRESSMAN, R. Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill, ISBN-10:

0073375977, 7 edition, 2009.

3ds Max. Disponível em: <http://www.autodesk.com/products/autodesk-3ds-max/overview>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2014.

Blender. Disponível em: <http://www.blender.org/>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2014.

SketchUp. Disponível em: <http://www.sketchup.com/pt-BR>. Acessado em 03 de fevereiro de 2014.

SOUZA, R. C.; MOREIRA, H. D. F.; KIRNER, C. Flaras 1.0 – Flash Augmented Reality Authoring System.

Disponível em: <<http://ckirner.com/flaras2/wp-content/uploads/2012/09/livro-flaras.pdf>> - See more at: <http://ckirner.com/flaras2/documentacao/livro-flaras-1/#sthash.nQcmF9vL.pdf>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2014.

PREECE, J. ; Yvonne, R. ; Sharp. H. "Design de Interação: além da interação homem-computador", Tradução: Viviane Possamai, Bookman, Porto Alegre, 2005.

SILVA, G. C.; SOUZA, P. M. O uso da Realidade Virtual para o ensino de Física Quântica. X Workshop de Realidade Virtual e Aumentada (WRVA), p.: 147-152, 2013.

RODRIGUES, R. L. et al. "Realidade Aumentada para o Ensino de Geometria Espacial", Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), ISSN 2316-65330, 2010.

BORGES, B. S. et al. O uso da Realidade Virtual como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem na área da física elétrica (leio de Ohm). X Workshop de Realidade Virtual e Aumentada (WRVA), pp: 161-164, 2013.

ABREU, F. R. et al. "Realidade Virtual de Baixo Custo Aplicada ao Ensino - Estudo de Caso na área de Português". Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Presbiteriana Mackenzie. 2011.

MARTINS, V. F. et al. "Estratégia de Desenvolvimento, Implantação e Avaliação do uso da Realidade Virtual na Educação: Estudo de Caso na área de Português". Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2012, Rio de Janeiro. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na

Educação. Rio de Janeiro, 2012. p. 1-5.

OLIVEIRA, A. J. G; MARTINS, V. F. "Realidade Virtual: Projeto de Baixo Custo para Criação de Ambientes Virtuais na Área Educacional". Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Presbiteriana Mackenzie. 2010.

MARTINS, V. F. ; OLIVEIRA, A. J. G.; GUIMARÃES, M. P. . Implementação de um laboratório de realidade virtual de baixo custo: estudo de caso de montagem de um laboratório para o ensino de Matemática. Revista Brasileira de Computação Aplicada, v. 5, p. 98-112, 2013

VARELA, M. ; MARTINS, V. F. "Realidade Aumentada Aplicada no Estudo de Geometria". Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Presbiteriana Mackenzie. 2010.

MARTINS, V. F. ; VANZELLA, M. D. ; GUIMARÃES, M. P. "Aplicação para o Apoio de Ensino de Geometria baseada em Realidade Aumentada". In: Congresso Brasileiro de Recursos Digitais na Educação, 2012, São Paulo. Anais do Congresso Brasileiro de Recursos Digitais na Educação, 2012.