

7 - Prototipagem de um quadro interativo utilizando técnicas Hand Tracking para ambientes de realidade aumentada

Rodrigo Lins Rodrigues
Filomena M. G. da Silva C. Moita

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

RODRIGUES, LR., and MOITA, FMGSC. Prototipagem de um quadro interativo utilizando técnicas Hand Tracking para ambientes de realidade aumentada. In: SOUSA, RP., *et al.*, orgs. *Teorias e práticas em tecnologias educacionais* [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2016, pp. 175-194. ISBN 978-85-7879-326-5. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

7

PROTOTIPAGEM DE UM QUADRO INTERATIVO UTILIZANDO TÉCNICAS HAND TRACKING PARA AMBIENTES DE REALIDADE AUMENTADA

*Rodrigo Lins Rodrigues
Filomena M. G. da Silva C. Moita*

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, uma proliferação de novos sistemas vem surgindo para melhorar/facilitar o ensino e a assimilação das informações (LAUDONK; LAUDON, 2007). Pesquisas recentes, como as de Bastos (2007) e Schoenfelder (2008), mostram que muitos desses ambientes educacionais têm sido desenvolvidos com as mais novas tecnologias do mercado. Uma dessas tecnologias emergentes que está sendo muito utilizada para o ensino chama-se Realidade Aumentada (RA), que é a sobreposição de objetos virtuais tridimensionais, gerados por computador, em um ambiente real, por meio de algum dispositivo tecnológico. A RA enriquece o ambiente físico com objetos virtuais e amplia o entendimento do ambiente real. Esses sistemas podem ser usados tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares e estão sendo aplicados em várias áreas, como: ensino, marketing, indústria, saúde etc. (GABBARDJ. L.; SWAN, 2008).

Apesar do aumento na utilização de ambientes de RA, eles apresentam, principalmente, no ensino e na aprendizagem, um grande desafio: o de projetar interfaces para o usuário, pois projetistas de RA não têm estabelecido um conjunto de diretrizes ou heurísticas para ajudar na implementação (JEONS, SHIM, 2006; KULAS, KLINKER, 2004; FERNANDES, SANCHES, 2008; VANDERDONCKT, CHIEU, 2004; BOANANNI, LEE, 2005). Segundo Wang e Reeves (2007), a usabilidade não tem recebido um foco adequado, visto que não se volta para os diferentes usuários e suas diferentes capacidades na utilização das tecnologias. Muitos *designers* instrucionais criam objetos de aprendizagem sem investigar se esse recurso é adequado para o público que vai utilizá-lo. Eles também não se preocupam em realizar uma pesquisa, uma análise de requisitos antes da construção do software e, não raras vezes, deixam a avaliação para o final do desenvolvimento do software, o que é muito mais complicado e oneroso. Costabili e Marisco (2005) afirmam que aplicações para o ensino, como objetos de aprendizagem, devem ser usadas com facilidade. Caso contrário, o tempo do estudante será desperdiçado com a aplicação, ao invés de ser aproveitado para aprender. Costabili e Marisco (2005) complementam que pessoas se recusam a usar uma interface de um sistema que seja rígida, lenta e desagradável e acabam interrompendo o curso. Essa facilidade de uso está relacionada à usabilidade, que deve ser trabalhada desde a criação do projeto, mas os desenvolvedores, comumente, não dispõem de recursos suficientes, tempo ou conhecimentos adequados para identificar as necessidades de usabilidade de todos os usuários potenciais. Porém, essa consciência é parte importante do processo de desenvolvimento do software (Engenharia de Usabilidade) e exige mais estudo e atenção daqueles que desenvolvem os ambientes de aprendizagem.

Quando examinadas várias abordagens de engenharia de usabilidade tradicionais, especificadamente, projetos e atividades de avaliação, na maioria dos casos, atividades de projeto são alavancadas por metáforas existentes, guias ou padrões. Contudo, em casos em que a tecnologia provê abordagens modernas para a interação dos usuários ou fundamentalmente altera o seu modo de perceber o espaço de interação, como acontece com RA, projetistas, frequentemente, pouco compreendem as ramificações perceptivas ou cognitivas do projeto e não sabem como cada usuário irá se adaptar às condições do ambiente do sistema (como manipulação de ambientes reais e virtuais ao mesmo tempo, uso de capacetes, uso de câmeras de vídeo, marcadores etc.).

Como resultado, processos/metodologias são necessários para ajudar os projetistas de novas tecnologias, como a RA, a criarem e a avaliarem os projetos, os quais passam a entender bem mais os efetivos parâmetros e determinam em que condições esses parâmetros devem ser aplicados. Sem esses processos, aplicações desenvolvidas, usando-se a engenharia de usabilidade tradicional, podem ou não melhorar a usabilidade do sistema (AMADO, 2007).

Assim, devido a esse contexto, o objetivo deste trabalho foi o de criar um protótipo para a utilização RA, com vistas a visualizar e manipular objetos virtuais, com o intuito de facilitar as demonstrações geométricas em ambientes educacionais.

JUSTIFICATIVA

Os Sistemas de Geometria Dinâmica (SGD) facilitam a construção e a manipulação de objetos geométricos no computador. Segundo Aguiar (2009), nos SGD, as relações geométricas são exploradas de maneira interativa, e os teoremas são descobertos empirica-

mente. Existem vários sistemas desse tipo, entre eles, podem-se citar *Cabri-Géomètre*, *Geometer's Sketchpad* e *Tabulæ*.

Há diversos trabalhos que estudam os impactos do uso de SGD no aprendizado. Gomes (2008, p.12) acredita que “os trabalhos conduzidos sobre a contribuição dos SGD à aprendizagem de Geometria mostram que eles facilitam a emergência de conceitos geométricos”.

Para Costa et al. (2009), o estudo de Geometria é de suma importância para o desenvolvimento da capacidade de abstrair e resolver problemas práticos do cotidiano, estimar e comparar resultados e reconhecer propriedades das formas geométricas. Os autores acrescentam que, algumas vezes, a Geometria é trabalhada separadamente da Matemática, o que leva o aluno a não desenvolver habilidades como noção espacial, raciocínio dedutivo e representação geométrica.

Já para Lima et al. (2005), os objetos da Geometria podem ser representados de modo gráfico, material, porém seu trabalho matemático envolve a abstração do real e implica a utilização de um conjunto de relações lógico-matemáticas.

Observando a deficiência do ensino matemático brasileiro de tal abstração, o grupo se interessou pelo tópico em busca de uma nova abordagem que auxiliasse os professores. Além disso, conhecer Geometria permite que se elaborem modelos da realidade e que se resolvam diversos problemas práticos, como por exemplo, nas áreas de Arquitetura, Engenharia, Geografia, Artes Plásticas, planejamento urbano e regional, design de superfície etc.

Nesse contexto, a utilização da RA pode oferecer informações sensitivas mais ricas, que facilitam a associação e a reflexão sobre o tema que está sendo ensinado. O uso de RA pode fazer com que o usuário possa lidar, de forma mais confortável, com conceitos abstra-

tos (AZUMA, 2001). Portanto, é razoável pensar em uma proposta que una os benefícios dos Sistemas de Geometria Dinâmica com a Realidade Aumentada.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, apresentamos a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento desta pesquisa e os conceitos básicos para se entender a tecnologia da RA, especificadamente, com foco em educação. Para isso, abordamos os seguintes aspectos: um marco histórico sobre a evolução da Realidade Aumentada, suas características, principais aplicações e demais aspectos relativos a essa tecnologia.

MARCO HISTÓRICO

Ainda que a Realidade Aumentada seja pouco conhecida na educação e que as pesquisas nessa área estejam apenas se iniciando, sua concepção é mais antiga do que a princípio se poderia supor. O primeiro experimento de RA considerado como tal foi feito por Sutherland, ainda na década de 60, quando ele utilizou um capacete com visor transparente no qual foram apresentadas imagens 3D (AZUMA, 1997).

A área de pesquisa formou-se, no entanto, apenas na década de 90, quando a existência de um número maior de trabalhos possibilitou que ela fosse identificada e caracterizada como um tópico distinto de outros. As pesquisas aceleraram-se a partir de 1997, quando um *survey* de Azuma (1997) definiu esse campo de estudo, descreveu os principais problemas e relacionou os trabalhos realizados até então. No final da década de 90, surgiram os primeiros *workshops* e simpó-

sios, bem como organizações voltadas especificamente para esse tema. Outro fator que acelerou o número de pesquisas na área foi a disponibilização do ARTToolKit, uma biblioteca para desenvolvimento rápido de aplicações de RA. Inicialmente desenvolvido na Universidade do Japão, atualmente é apoiado pela Universidade de Washington, nos EUA, e pela Universidade de Canterbury, na Nova Zelândia.

A fim de compreender o que é Realidade Aumentada, é interessante situá-la no contexto da Realidade Virtual (RV), bem como verificar o que diferencia uma da outra. Credita-se a Jaron Lanier, fundador da *VPL Research Inc*, o termo Realidade Virtual (HEISS, 2003). Na década de 1980, ele o teria utilizado para diferenciar as simulações tradicionais dos mundos virtuais que ele tentava criar. A partir daí, muitas definições foram propostas.

Aukstakalnis (apud VALLINO, 1998) afirma que a Realidade Virtual é um ambiente tridimensional, interativo e gerado por computador, no qual uma pessoa é imersa. Para Neto (2004), o termo refere-se, normalmente, a uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas 3D, geradas em tempo-real por computador. Além disso, vários pesquisadores explicitam que a Realidade Virtual é uma interface (NETTO; MACHADO, 2005; KIRNER, 2005).

Nas duas definições apresentadas, estão presentes elementos que, em conjunto, caracterizam essa área de pesquisa: o ambiente gerado por computador, a tridimensionalidade e a interatividade em tempo real. Filmes e animações não são dotados de interatividade, portanto, não são considerados Realidade Virtual. Outro aspecto a ser observado é quanto ao nível de imersão: embora a desconexão total do mundo real seja o ambiente que mais caracteriza a Realidade Virtual e esteja presente em algumas definições, a imersão total nem sempre

é exigida. Nesses casos, jogos tridimensionais em computadores convencionais podem ser considerados como Realidade Virtual.

Devido às características de geração de imagens tridimensionais, de interatividade e de utilização de uma série de tecnologias, equipamentos e soluções comuns, a RA é entendida como uma subárea da Realidade Virtual. De acordo com Santos (2001), o termo refere-se à composição de ambientes reais com ambientes simulados. Para Insley (2003a), ela é a melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais gerados por computador. Azuma (1997, pp.355-385) considera que a Realidade Aumentada “suplementa o mundo real com objetos virtuais que parecem coexistir no mesmo espaço do mundo real” e define um sistema de Realidade Aumentada como aquele que apresenta as seguintes características: “combina objetos reais e virtuais num ambiente real; opera interativamente e em tempo real e registra (alinha) objetos reais e virtuais uns com os outros.”

Essa definição, ao contrário de outras, não restringe os sistemas de Realidade Aumentada a fazerem uso de determinada tecnologia de apresentação, como a dos capacetes *Head-Worn Display* (HWD). Também não se limita ao sentido da visão, já que, potencialmente, todos os demais sentidos podem ter seus equivalentes virtuais.

Outra observação sobre a definição de Azuma, é que, ele considera como parte da Realidade Aumentada o que outros pesquisadores denominam Realidade Mediada ou Realidade Diminuída, isto é, a “remoção” de objetos reais da cena. Por exemplo, a inclusão de um objeto virtual na frente de outro real tem o efeito de “subtraí-lo” e fazer com que ele não seja percebido.

Em 1994, Milgram e Kishino (1994, pp.1321-1329) propuseram uma taxonomia, ao observar que o termo Realidade Virtual vinha sendo aplicado a uma série de ambientes, nem sempre com

imersão total. Ele identificou que esses ambientes se encontravam em algum ponto que ele denominou “*Virtuality Continuum*”, ou um “Contínuo de Virtualidade”, cujos extremos são o ambiente real e a Realidade Virtual. Entre um extremo e outro, está o que ele denominou de Realidade Misturada e definiu como sendo aquela em que “objetos do mundo real e do mundo virtual são apresentados juntos num único dispositivo de apresentação, ou seja, em qualquer local entre os extremos do continuum”. Assim, a Realidade Aumentada caracteriza-se pelo predomínio do mundo real sobre o virtual, enquanto que, na Virtualidade Aumentada, predomina o virtual sobre o real.

CARACTERÍSTICAS DA REALIDADE AUMENTADA

Devido à abundância de termos e a interesses das áreas de Realidade Virtual e Aumentada, em função de sua multidisciplinaridade, serão abordados, em seguida, alguns conceitos relativos ao assunto.

- **Multimídia**

Multimídia é a integração, controlada por computador, de textos gráficos, imagens, vídeo, animações, áudio e outras mídias, que possam representar, armazenar, transmitir e processar informações de forma digital. As aplicações multimídia são potentes e simples de se usar, mas restringem a visualização do usuário à tela do computador (2D). Essa deficiência pode ser atenuada com o aproveitamento do espaço da tela do monitor, através de múltiplas janelas sobrepostas ou espalhadas.

- **Rastreamento**

O rastreamento, em ambientes de Realidade Virtual e Aumentada, tem a função de identificar a posição da mão e da cabeça do próprio usuário ou de algo atrelado a ele, como uma placa. Com isso, o sistema permite que o usuário exerça um controle de posicionamento em ambientes virtuais ou aumentados e possa, por exemplo, movimentar-se e tocar, agarrar, mover e soltar objetos virtuais. Para uso em aplicações de Realidade Virtual, muitos dispositivos de rastreamento foram desenvolvidos usando-se princípios mecânicos, magnéticos, de ultrassom etc.

- **Realidade Aumentada e educação**

A educação pode ser vista como um processo de descoberta, de exploração e de observação, além de eterna construção do conhecimento. Por isso, as características específicas da RA podem transformá-la num poderoso instrumento a serviço de todos os que buscam a evolução da educação. A RA dará um grande salto em inúmeras áreas do conhecimento existentes, mas, principalmente, na educação, porque permite que sejam feitas experiências com o conhecimento de forma imersiva e interativa, ou seja, que ocorra aprendizagem sobre um determinado tema inserido no contexto e, a cada ação, haja um *feedback*.

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

No decorrer deste trabalho, considerado como um estudo de caso, foi desenvolvido um protótipo em que se utilizam técnicas de Realidade Aumentada, visando demonstrar o potencial da tecnologia no âmbito educacional. Para isso, foi prototipada uma aplicação uti-

lizando-se rastreamento de mão sem marcadores, tendo em vista que essa é uma área de pesquisa muito recente.

METODOLOGIA

Inicialmente, procedemos à revisão de literatura, para saber quais são os trabalhos que vêm sendo realizados no campo da Realidade Aumentada e que facilitam o ensino e a visualização de figuras geométricas. Para isso, foram feitas entrevistas com professores de Matemática, com o objetivo de colher ideias sobre como a RA auxiliaria as aulas de Geometria e validar os requisitos elicitados durante a revisão da literatura. Também foi realizada uma análise de competidores para levantar requisitos.

Com o resultado da revisão da literatura em mãos e as ideias coletadas por meio das entrevistas, desenvolvemos um protótipo de baixa fidelidade para ser avaliado com os usuários. De acordo com a avaliação feita, o protótipo foi refinado e transformado em um protótipo funcional.

ANÁLISE DE COMPETIDORES

A análise de competidores foi uma das técnicas da engenharia da usabilidade que utilizamos durante os passos da metodologia, cuja meta foi estudar produtos concorrentes, utilizando-se critérios específicos de avaliação, de forma a conhecer seus pontos fortes e fracos. Entre as vantagens da análise de competidores, podemos citar: a avaliação de pontos fortes e fracos da concorrência; a obtenção de ideias para o *design* de software e a obtenção de requisitos.

As análises realizadas nos softwares de Geometria foram feitas com base na instalação das ferramentas e no uso delas. Já as análises dos softwares de RA foram baseadas em vídeos e depoimentos sobre o uso dessas ferramentas. Foram analisados seis softwares: dois de Geometria 3D (Poly e K3Dsurf), dois de Realidade Aumentada com marcadores (ARToolkit e FLARToolkit) e dois de Realidade Aumentada sem marcadores (Motion Tracker e Ostrich Flash).

ENTREVISTA

A entrevista foi a forma inicial que empregamos para coletar os dados. Segundo (HAGUETTE; FHAGUETTE, 1997), a entrevista é um processo de interação social entre duas pessoas, em que uma delas, o entrevistador, tem o objetivo de colher informações por parte do outro, o entrevistado.

A utilização dessa técnica, na elicitación dos requisitos, teve como finalidade ouvir o professor de Geometria falando sobre as dificuldades de demonstrar figuras geométricas de forma dinâmica, visando obter uma explanação dos pontos e opiniões sobre esse assunto. Com a utilização dessa técnica, foi possível elicitar alguns requisitos para a construção do protótipo do software.

DESENVOLVIMENTO

A aplicação foi desenvolvida com base na prototipagem e na análise de requisitos feitos anteriormente. Para isso, empregamos técnicas de computação gráfica e processamento de imagem. Um dos critérios para a análise de requisitos foi que a aplicação pudesse ser

visualizada via *browser*. Para isso, fizemos um levantamento de linguagens que dessem esse suporte ao domínio da aplicação.

TÉCNICA DE RASTREAMENTO

A técnica utilizada para rastrear os movimentos da mão consiste em salvar o quadro atual e os anteriores na memória e calcular as áreas na imagem onde o próximo ponto é diferente do anterior. A imagem resultante é turva e produz uma imagem como esta:

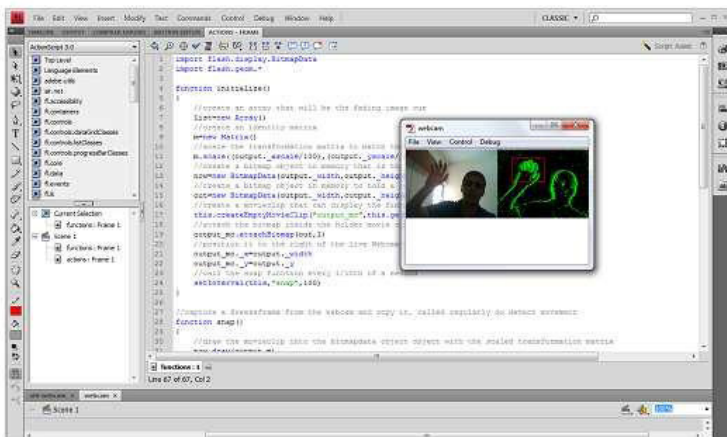


FIGURA 1 - Aplicação de filtro para detecção de pontos deslocados
FONTE - Os autores

Então, a região de movimento pode ser identificada através do cálculo da menor caixa delimitadora que contém todos os *pixels* acima do limite, ou seja, todos os *pixels* em verde. Depois que a caixa é feita, é possível acompanhar o movimento em torno do campo da câmera de vista e, a partir daí, detectar a região onde ocorreu o movimento.

LINGUAGEM E BIBLIOTECAS UTILIZADAS

Um dos requisitos encontrados para esse protótipo foi que ele deveria ser construído de forma a ser utilizado via *browser*. Assim, utilizamos a API (biblioteca) em *Flash*, chamada de *Ostrich*. Essa biblioteca nos permitiu implementar as características propostas para o protótipo.

A API *Ostrich* foi estudada e analisada como outras bibliotecas disponíveis para detectar movimentos, utilizando-se a linguagem *ActionScript 3.0*. A escolha de uma API para a tecnologia *Flash* foi feita por causa da simplicidade de ser aplicada pelo usuário final e pelo fato de a portabilidade de seu produto final ser executada para a *Web* e em *desktop*. O sistema com o auxílio da API *Ostrich* foi desenvolvido e uma primeira versão do protótipo para demonstração, cujo resultado foi satisfatório.

PROTOTIPAGEM

A partir dos requisitos obtidos com a revisão de literatura, com a análise de competidores e com a execução das entrevistas, desenvolvemos um protótipo de baixa fidelidade para visualizar bem o problema e sua possível solução. Depois de ser avaliado, o protótipo foi refinado, gerando uma segunda versão de forma funcional.

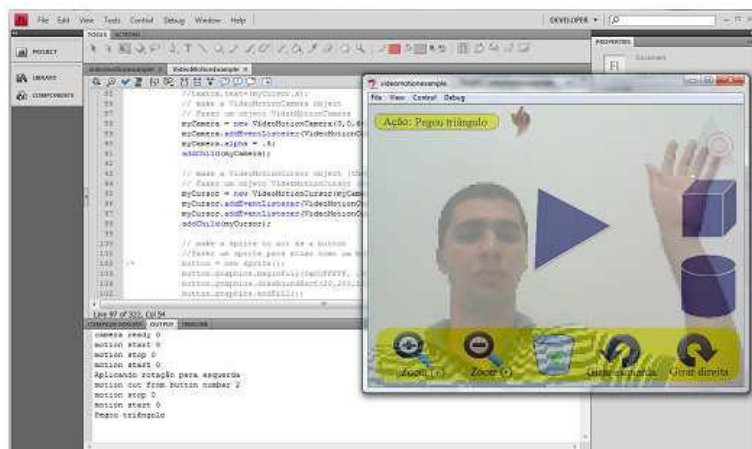


FIGURA 2 - Protótipo funcional
FONTE - Os autores

Concluída a construção da aplicação, elaboramos um cenário onde seria aplicado o protótipo para ser avaliado. Ele foi constituído de uma sala com computadores ligados à *webcam*, onde foi instalado o protótipo desenvolvido.

RESULTADOS E AVALIAÇÃO

O protótipo desenvolvido foi aplicado com dez alunos do Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba. Esse processo ocorreu em dois momentos: no primeiro, os professores receberam uma explanação sobre o conceito de Realidade Aumentada; em seguida, foram mostradas algumas aplicações já existentes no mercado, em relação à tecnologia utilizada; no segundo momento, os professores utilizaram o protótipo desenvolvido.

Posteriormente, aplicamos um questionário, dividido em três categorias: questões referentes ao conhecimento sobre Realidade Aumentada, sobre a usabilidade da ferramenta e sobre o potencial pedagógico da ferramenta. Em relação a essas categorias, obtivemos os seguintes resultados: quanto ao sexo dos participantes, constatamos que 50% de usuários são do sexo masculino, e 50% , do feminino, dos quais, 60% afirmaram que já haviam ministrado disciplinas de Geometria.

A figura abaixo mostra o resultado da opinião dos professores, no que diz respeito ao conhecimento sobre a técnica de Realidade Aumentada.



FIGURA 3 - Entrevistados que conheciam o termo “Realidade Aumentada”

FONTE - Os autores

Observa-se que a maioria dos professores entrevistados (70%) não conhecia o termo Realidade Aumentada, até antes da entrevista.

A figura a seguir mostra alguns resultados referentes a uma escala de pontuação de zero a cinco, com as características do protótipo, tais como: funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade.

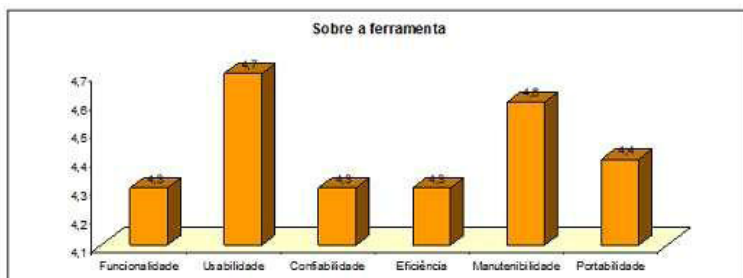


FIGURA 4 - Avaliação das características da ferramenta

FONTE - Os autores

A característica que mais se destacou foi a usabilidade da ferramenta, que trata da facilidade de se utilizar o protótipo. Em seguida, a manutenibilidade, ou seja, na opinião dos professores, a ferramenta desenvolvida proporciona evidências de que há facilidade para correções, atualizações e alterações. Essa é uma das características do protótipo proposto - poder ser adaptado para diversos conteúdos.

A figura 5 mostra a opinião dos professores em relação à dificuldade de empregar o protótipo. Os resultados demonstraram que o protótipo desenvolvido neste projeto foi de fácil manuseio, para que os professores não tenham que dedicar muito tempo para aprender a utilizar esse ambiente.



FIGURA 5 - Nível de dificuldade no uso da ferramenta pelos entrevistados

FONTE - Os autores

Diante do que foi visto, podemos inferir que a ferramenta foi muito bem aceita para ser utilizada no ensino de Geometria. Isso contribui para que o professor tenha mais facilidade de demonstrar as formas geométricas para os seus alunos.

CONCLUSÃO

Os estudos iniciais deste trabalho mostraram que se trata de uma inovação significativa, do ponto de vista acadêmico, visto seu potencial inovador e sua forma intuitiva de interagir com o usuário, porquanto apresenta uma solução de baixo custo. A avaliação de desempenho mostrou novas alternativas para otimizar o processo de visualização, bem como novos caminhos, no sentido de viabilizar o uso desse recurso em aplicações presentes no cotidiano, por meio de equipamentos comumente encontrados no mercado. Portanto, trata-se de um trabalho inovador, na medida em que traz uma contribuição significativa para a utilização da Realidade Aumentada na visualização de objetos em 3D. Como trabalhos futuros, pretendemos aplicar a ferramenta em um ambiente educacional real, a fim de entender os reais benefícios cognitivos do seu uso.

REFERÊNCIAS

AZUMA, R. T. A Survey of Augmented Reality. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, n. 6, Ano 4, Agosto de 1997, pp. 355 - 385. Disponível em <<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>>. Acesso em out 2015.

BASTOS, N. C. Uma metodologia para avaliação de usabilidade de interfaces de realidade mista interativas. **XXXV Conferência Latino-americana de Informática**. 2007.

BOANANNI, L.; LEE, C. S. T. **Attention-based design of augmented reality interfaces**. 2005.

COSTABILI, M.; MARISCO, M. L. R. P. V. R. T. On the usability evaluation of elearning applications. **Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences**. p. 3-6, 2005.

FERNANDES, B.C.A.; SANCHES, J. F. Realidade aumentada aplicada ao design. **Holos**, Ano 24, Vol. 1, pp.28-47, 2008.

HAGUETTE, T. M; FHAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na Sociologia**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

HEISS, J. Coding from scratch: a conversation with virtual reality pioneer jaron lanier, part one. Sun.com: Technical Articles.2003.

INSLEY, S. **Obstacles to general purpose augmented reality**. Acesso: <http://islab.oregonstate.edu/koc/ece399/f03/final/insley2.pdf>. 2003b.

JEON, S; SHIM, H. K.G. J. Viewpoint usability for desktop augmented reality. **The International Journal of Virtual Reality**, Ano 5, Vol.3, pp.33-39, 2006. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/220222190_Viewpoint_Usability_for_Desktop_Augmented_Reality>. Acesso em out. 2015.

KULAS, C. S. C.; KLINKER, G. M. T. U. S. L. F. A. Towards a development methodology for augmented reality user interfaces. **The International Workshop exploring the Design and Engineering of Mixed Reality Systems**.2004.

LAMB, P. **Artoolkit documentation**. Disponível em: <<http://artoolkit.sourceforge.net/apidoc/>>. Acesso em: 10 out 2012. 2006.

LAUDON, K; LAUDON, J. Information systems. Prentice Hall. Marshall, D. (2001). What is multimedia? Disponível em: <http://www.cs.cf.ac.uk/Dave/Multimedia/node10.html>.

MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual display. **IEICE Transaction of Information Systems**, Vol. E77-D, n.12, 1994.

SCHOENFELDER, R.; SCHOENFELDER, D. Augmented reality for industrial building acceptance. In. **Virtual Reality**, IEEE: 83-90, 2008.

VANDERDONCKT, J.; CHIEU, C. K. B. L. T. D. **Model-based design, generation, and evaluation of virtual user interfaces.** The ninth international conference on 3D Web technology (WEB3D'04), New York: ACM Press. p.51-61, 2004.

WANG, C.; REEVES, T. The meaning of culture in online education: implications for teaching, learning, and design. In. EDMUNDSON, A. **Globalized E-Learning Cultural Challenges.** Hershey, PA, USA: Information Science Publishing, p.1-17, 2007.