

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

Campina Grande – maio 2011

Rodrigo Lins Rodrigues – UFPE – rlr@cin.ufpe.br

Filomena M. G. da Silva C. Moita – UEPB – filomena_moita@hotmail.com

Douglas dos Santos Ferreira – UEPB – dougcpm@gmail.com

Categoria (Métodos e tecnologias)

Setor Educacional (Educação média e tecnológica)

Natureza (Descrição de projeto em andamento)

Classe (Experiência inovadora)

RESUMO

A introdução da Realidade Aumentada na educação é um novo paradigma que relata uma educação de forma dinâmica. Por isso é importante estarmos atentos para essa nova tendência, para esse novo receptor e suas necessidades. Nesse contexto, nosso objetivo foi propor uma estrutura para desenvolver um protótipo interativo para a visualização de figuras geométricas, com base em técnicas de realidade aumentada com rastreamento de mão, que apoiará o professor e os alunos a visualizarem bem mais os conteúdos no campo da geometria espacial. Para tanto, foram utilizadas técnicas de análise de competidores, prototipagem e testes com o usuário. O resultado foi um protótipo funcional, que poderá ser utilizado no campo da Geometria e ser adaptado para outras áreas do conhecimento.

Palavras-chave: Realidade aumentada. Rastreamento de mãos. Geometria.

1 – Introdução

Nos últimos anos, uma proliferação de novos sistemas vem surgindo para melhorar/facilitar o ensino e a assimilação das informações [12]. Pesquisas recentes [2] [13] 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.

Apesar do aumento na utilização de ambientes de RA, eles apresentam, principalmente, no ensino e na aprendizagem, um grande desafio: projetar interfaces para o usuário, pois projetistas de RA não têm estabelecido um conjunto de diretrizes ou heurísticas para ajudar na implementação [9], [10], [5], [14], [3]. Segundo [15], a usabilidade não tem recebido um foco adequado, pois não dirige o olhar para os diferentes usuários e suas diferentes capacidades na utilização das tecnologias. Muitos designers instrucionais criam objetos de aprendizagem sem se preocupar se esse recurso é adequado para o público que vai utilizá-lo. Eles também não analisam os requisitos antes de construir o software e, muitas vezes, deixam essa avaliação para o final, o que é muito mais complicado e oneroso. [4] afirmam que aplicações para o ensino, tais como, objetos de aprendizagem, devem ser fáceis de ser usadas. Caso contrário, o tempo do estudante será desperdiçado com a aplicação, ao invés de ser aproveitado para aprendizagem.

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

2 – Fundamentação teórica

Nesta seção, apresenta-se a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento desta pesquisa, bem como 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.

2.1 - Marco histórico

Ainda que a RA seja pouco conhecida na educação e que as pesquisas nessa área estejam apenas se iniciando, sua concepção é mais antiga do que se poderia supor. O primeiro experimento de realidade aumentada 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 [1].

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 [1] definiu esse campo de estudo, descrevendo os principais problemas, e relacionou os trabalhos realizados até então. No final da década de 90, surgiram os primeiros workshops e simpósios, bem como organizações voltadas especificamente para esse tema. Outro fator que acelerou o número de pesquisas na área foi a disponibilização do ARToolKit, 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 e verificar o que diferencia uma da outra. Credita-se a Jaron Lanier, fundador da VPL Research Inc, o termo realidade virtual [7]. Na década de 1980, ele teria utilizado esse termo para diferenciar as simulações tradicionais dos mundos virtuais que ele tentava criar.

2.2 - 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 consiste na 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 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, 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, 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.

3 - Desenvolvimento do protótipo

No decorrer deste trabalho, considerado como um estudo de caso, foi desenvolvido o protótipo em que se utilizam técnicas de realidade aumentada, visando demonstrar o potencial da tecnologia no âmbito educacional. Para isso, foi prototipada uma aplicação utilizando-se rastreamento de mão sem marcadores, tendo em vista que essa é uma área de pesquisa muito recente.

3.1 - 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, foi desenvolvido um protótipo de baixa fidelidade para ser avaliado através de uma avaliação com os usuários. De acordo com a avaliação feita, o protótipo foi refinado e transformado em um protótipo funcional.

3.2 - Análise de competidores

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

As análises realizadas nos softwares de geometria foram feitas com base na instalação das ferramentas e 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).

3.3 – Entrevista

A entrevista foi a forma inicial de coleta de dados. Segundo [6], a entrevista é um processo de interação social entre duas pessoas, em que uma delas, o entrevistador, tem por objetivo colher informações por parte do outro, o entrevistado.

A utilização dessa técnica na elicitação dos requisitos teve como finalidade

ouvir o professor de geometria falando sobre 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 elicitare alguns requisitos para a construção do protótipo do software.

4 - Desenvolvimento

A aplicação foi desenvolvida baseada 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 de que a aplicação pudesse ser visualizada via browser. Para isso, fizemos um levantamento de linguagens que dessem esse suporte ao domínio da aplicação.

4.1 - Técnica de rastreamento

A técnica utilizada para o rastreamento dos 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:

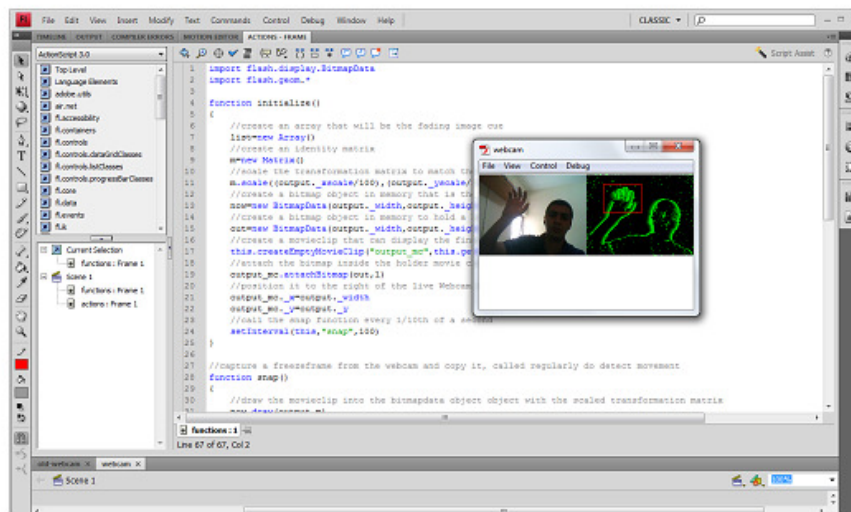


Figura 1: Aplicação de filtro para detecção de pontos deslocados

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.

4.2 - 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 detecção de 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.

4.3 - Prototipagem

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

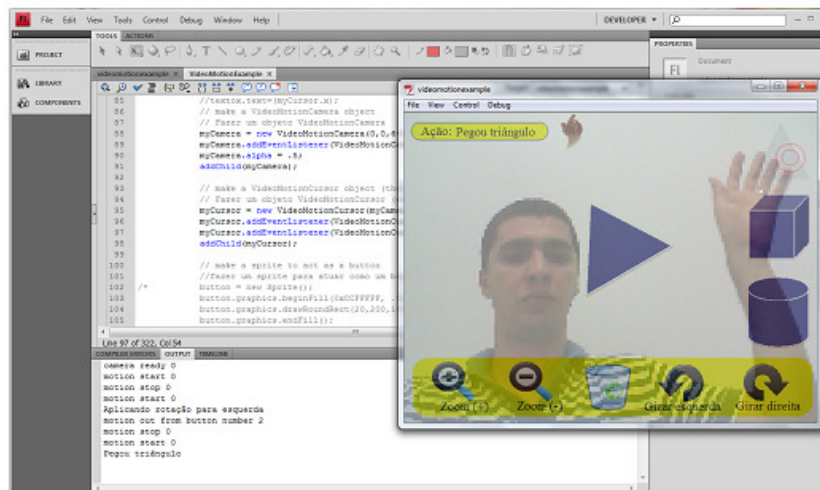


Figura 2: Protótipo funcional

Concluída a construção da aplicação, foi elaborado 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.

5 - Resultados e avaliação

O protótipo desenvolvido foi aplicado com dez alunos do Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade <Omitido para revisão>. 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, foi aplicado 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.

O gráfico abaixo mostra o resultado da opinião dos professores, no que diz respeito ao conhecimento sobre a técnica de realidade aumentada.

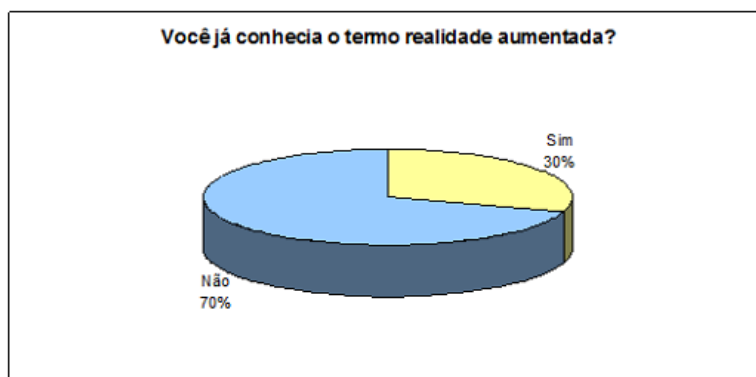


Figura 3: Entrevistados que conheciam o termo “realidade aumentada”

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

O gráfico abaixo 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.

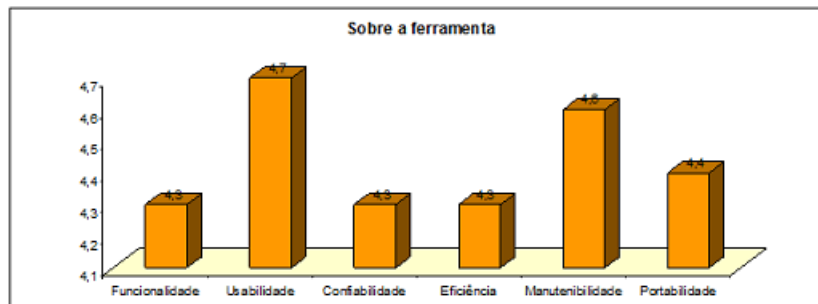


Figura 4: Avaliação das características da ferramenta

A característica que mais se destacou foi a usabilidade da ferramenta, que trata da facilidade da utilização do 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. Esta é uma das características do protótipo proposto - poder ser adaptado para diversos conteúdos.

O gráfico 3 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.

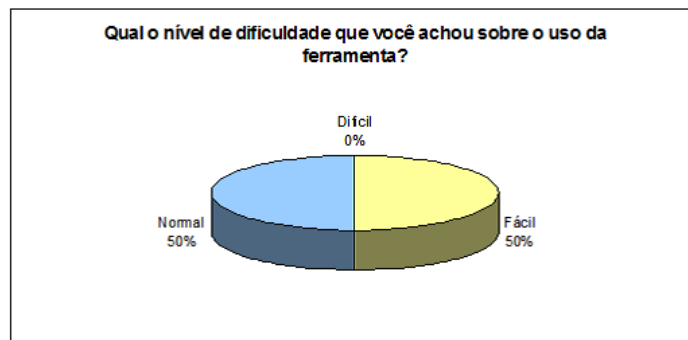


Figura 5: Nível de dificuldade no uso da ferramenta pelos entrevistados

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.

6 - 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

- [1] Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators and virtual environments*, pages 355–385.
- [2] Bastos, N. C. (2007). Uma metodologia para avaliação de usabilidade de interfaces de realidade mista interativas. XXXV Conferência Latinoamericana de Informática.
- [3] Boananni, L.; Lee, C. S. T. (2005). Attention-based design of augmented reality interfaces.
- [4] Costabili, M.; Marisco, M. L. R. P. V. R. T. (2005). On the usability evaluation of elearning applications. *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, pages 3–6.
- [5] Fernandes, B. C. A.; Sanches, J. F. (2008). Realidade aumentada aplicada ao design. *Holos*, pages 28–47.
- [6] HAGUETTE, T. M. FHAGUETTE, T. M. F. (1997). Metodologias qualitativas na Sociologia. 5a edição. Petrópolis: Vozes.
- [7] Heiss, J. (2003). Coding from scratch: a conversation with virtual reality pioneer jaron lanier, part one. Sun.com: Technical Articles.
- [8] Insley, S. (2003b). Obstacles to general purpose augmented reality. <http://islab.oregonstate.edu/koc/ece399/f03/final/insley2.pdf>.
- [9] Jeon, S.; Shim, H. K. G. J. (2006). Viewpoint usability for desktop augmented reality. *IJVR*, pages 33–39.
- [10] Kulas, C. S. C.; Klinker, G. M. T. U. S. L. F. A. (2004). Towards a development methodology for augmented reality user interfaces. *The International Workshop exploring the Design and Engineering of Mixed Reality Systems*.
- [11] Lamb, P. (2006). Artoolkit documentation. <http://artoolkit.sourceforge.net/apidoc>.
- [12] Laudon, K; Laudon, J. (2007). *Information systems*. Prentice Hall.
- Marshall, D. (2001). What is multimedia? <http://www.cs.cf.ac.uk/Dave/Multimedia/node10.html>.
- Milgram, P.; Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, Vol E77-D, No.12.
- [13] Schoenfelder, R.; Schmalstieg, D. (2008). Augmented reality for industrial building acceptance. In *Virtual Reality*, IEEE:83–90.
- [14] Vanderdonckt, J.; Chieu, C. K. B. L. T. D. (2004). Model-based design, generation, and evaluation of virtual user interfaces. *The ninth international conference on 3D Web technology (WEB3D'04)*, New York. ACM Press:51–61.
- [15] Wang, C.; Reeves, T. (2007). The meaning of culture in online education: Implications for teaching, learning, and design. In Andrea Edmundson, *Globalized E-Learning Cultural Challenges*. Information Science Publishing, Hershey, PA, USA:1–17.