

Percepção de Estudantes quanto à Usabilidade de um Livro Interativo com Realidade Aumentada para a Aprendizagem de Geometria

Fernanda Maria Villela Reis, DMC / UNIFEI, fernandamaria.vreis@gmail.com
Tereza Gonçalves Kirner, DMC / UNIFEI, tgkirner@gmail.com

Resumo: Este artigo enfoca sobre o GeoAR, um livro interativo que utiliza recursos de Realidade Aumentada para apoiar o ensino e a aprendizagem de tópicos de geometria, especificamente em relação às principais figuras geométricas. O trabalho tem dois objetivos: apresentar o processo de desenvolvimento e a funcionalidade do Livro GeoAR; e discutir uma avaliação da usabilidade do GeoAR, realizada com estudantes. Os resultados obtidos na avaliação representam subsídios importantes para a otimização do software GeoAR e servem como contribuição para a área de desenvolvimento de softwares similares, que utilizam a tecnologia de Realidade Aumentada.

Palavras-chaves: realidade aumentada; livro interativo com realidade aumentada; software educacional.

Students Perception Regarding the Usability of an Interactive Book with Augmented Reality for Geometry Learning

Abstract: This paper focuses on the GeoAR, an interactive book which incorporates Augmented Reality resources, developed to support teaching and learning of Geometry topics, covering the main geometric shapes. The objectives of the work are: describing the development process of the GeoAR and its functionality; and discussing a usability evaluation of the GeoAR, performed with students. The obtained results represent an important contribution to improve the software as well as the development of similar software applications.

Keywords: augmented reality; interactive book with augmented reality; educational software.

1. Introdução

A Realidade Aumentada (RA) é caracterizada pela inclusão de objetos virtuais (como imagens, textos e animações) no mundo real, por meio de dispositivos tecnológicos, permitindo ao usuário explorar esses cenários reais enriquecidos e atraentes. Do ponto de vista tecnológico, as aplicações de RA necessitam atender a três requisitos básicos: uma combinação do mundo real com o mundo virtual; interação em tempo real; e visualização tridimensional dos objetos que compõem o ambiente (Azuma, 1997).

As aplicações de RA têm se disseminado e se tornado disponíveis em diferentes plataformas, como desktops, laptops e dispositivos móveis e, neste contexto, a educação destaca-se entre as áreas com grande potencial de utilização da RA (Educase, 2011; Hamilton, 2011). As aplicações de RA oferecem um forte apelo a abordagens construtivistas na educação, segundo a qual os alunos são sujeitos atuantes e podem direcionar sua própria aprendizagem. A utilização de aplicações educacionais de RA

incentiva os alunos a explorar e até mesmo reproduzir o conteúdo de fenômenos observados (Ucelli et al., 2005).

Ambientes de RA permitem que os alunos interajam com o mundo real e o mundo virtual, explorando objetos, realizando tarefas, aprendendo conceitos e desenvolvendo habilidades. Ao usar aplicações com RA, o aluno pode priorizar seus objetivos, de acordo as necessidades que melhor atendam seu perfil individual. Por exemplo, ao explorar um local histórico utilizando uma aplicação de RA, cada aluno pode construir sua própria jornada de descobertas (Woods, 2004).

Um tipo de aplicação educacional bastante promissor, que vem se disseminando nos últimos anos, é o dos livros com RA. Quando se olha para esses livros, eles aparentam ser um livro comum. Porém, quando são colocados em frente à *webcam* de um computador, objetos 3D, sons, animações, explicações textuais e outros elementos interativos podem saltar de suas páginas. Esses recursos adicionados ao livro físico despertam o interesse dos alunos, motivando-os a explorar os temas apresentados e propiciando a aprendizagem (Billinghurst et al., 2001; Billinghurst, 2002).

O desenvolvimento de livros com RA é tratado na literatura por meio de relatos de experiências, destacando-se, entre elas, os trabalhos: Magic Book (Billinghurst, 2011); Livro de Reações Químicas Aumentadas (Mayer et al., 2009); AR-Dehaes, para ensino de conceitos de engenharia espacial (Gutierrez et al., 2010); e SOL-RA - Sistema Solar com Realidade Aumentada (Okawa et al., 2010).

Este trabalho apresenta o GeoAR, um livro interativo com RA para o ensino e aprendizagem de tópicos de geometria referentes às principais figuras geométricas. Neste sentido, os trabalhos destacados foram de grande valia para o projeto tratado. Procurou-se, porém, alcançar um diferencial positivo em relação aos estudos existentes, por meio de:

- Definição de um processo sistemático de desenvolvimento de aplicações de RA, que incluem avaliações com desenvolvedores, professores e estudantes, compatível com os princípios e conceitos da engenharia de software, que foi adotado na criação Livro GeoAR.
- Uso integrado de recursos de imagem, animação, som e texto, acessados por meio de marcadores, buscando uma interação rica e compatível com os requisitos de usabilidade do software.
- Criação de um livro com RA que contribuísse efetivamente para o ensino e aprendizagem de figuras geométricas, considerando a realidade do ambiente escolar.
- Agregação de um instrumento de avaliação da aprendizagem com o GeoAR, que consiste de um conjunto de questões, também apresentadas com recursos de RA, para os alunos exercitarem os conceitos explorados no livro.
- Preocupação com o design gráfico do livro físico, associado ao GeoAR, uma vez que este é um aspecto importante para a geração de produtos de software de boa qualidade, com as características dos livros com RA.

Em suma, o trabalho ora apresentado tem dois objetivos: apresentar o processo de desenvolvimento e a funcionalidade do Livro GeoAR; e discutir uma avaliação da usabilidade do GeoAR, realizada com estudantes. A avaliação enfocou a usabilidade do GeoAR, avaliada com base em atributos relativos a: uso de marcadores; facilidade de aprendizado e de utilização; recursos visuais; recursos sonoros; e interação geral entre os usuários e o software. A seção 2 sumariza o processo de desenvolvimento do

GeoAR. A seção 3 descreve aspectos de funcionamento do GeoAR. A seção 4 apresenta uma avaliação conduzida para avaliar a usabilidade do GeoAR. Finalmente, na seção 5, são apresentadas as conclusões.

2. Desenvolvimento do Livro GeoAR

Para criar o Livro GeoAR, foi definido um processo de desenvolvimento compatível com os princípios da engenharia de software e levando-se em conta as especificidades da aplicação e da tecnologia de RA. O processo segue uma abordagem orientada a prototipagem, segundo a qual vão sendo construídas e avaliadas versões do software, até se obter um protótipo que atenda às exigências do problema e dos usuários. Esse protótipo final poderá, então, ser transformado em um produto para uso efetivo em situações reais (Sommerville, 2010).

A Figura 1 contém uma visão geral do processo de desenvolvimento definido para a criação de aplicações de RA.

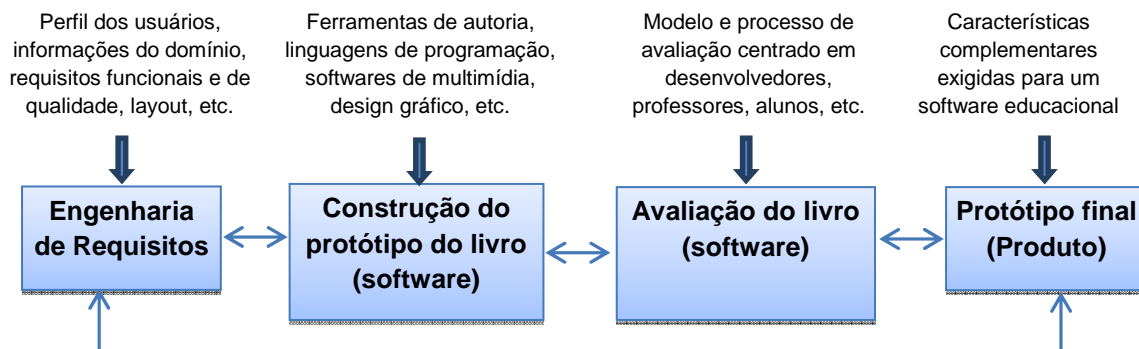


Figura 1 - Processo de desenvolvimento do Livro GeoAR

Como visto na Figura 1, o desenvolvimento do GeoAR seguiu uma abordagem iterativa, que incluiu a engenharia de requisitos e a construção de protótipos, entremeadas por avaliações das versões dos protótipos que iam sendo geradas. Foram conduzidas: (a) avaliação com especialistas no desenvolvimento de aplicações com RA; (b) avaliação com professores de ciências do ensino fundamental; e avaliação informal com crianças; em situação real. O processo de desenvolvimento adotado e as avaliações destacadas em (a), (b) e (c) são detalhados em Reis e Kirner (2011a), Reis e Kirner (2011b) e Kirner et al. (2012). O resultado de cada uma dessas avaliações foi utilizado para ir melhorando o protótipo e gerando novas versões. Por fim, o GeoAR foi submetido a uma avaliação com estudantes (potenciais usuários), que será tratada na seção 4.

3. Funcionamento do Livro GeoAR

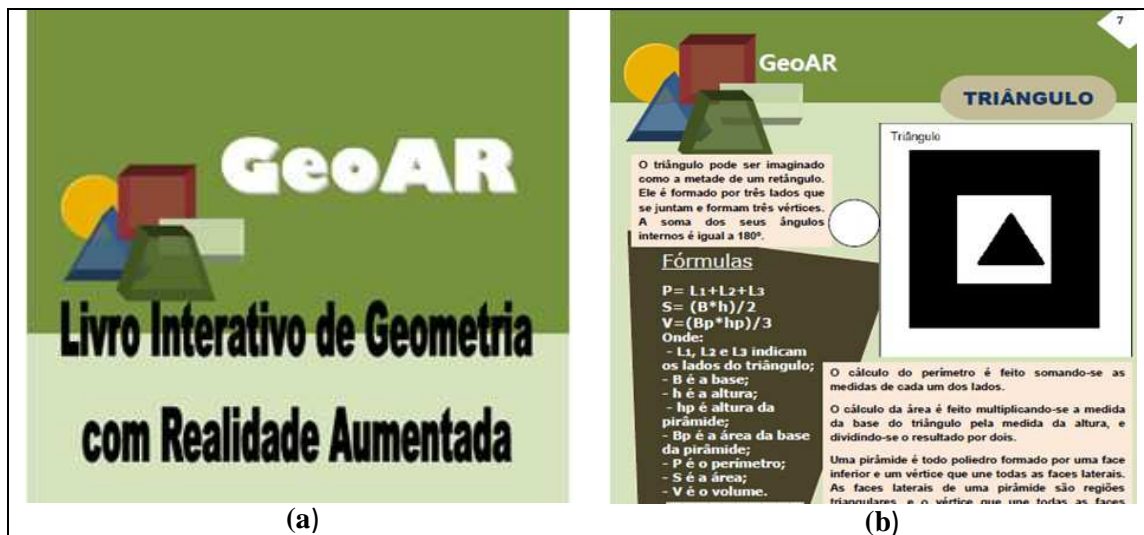
Para utilizar o GeoAR, é necessário um computador que tenha uma *webcam* e um monitor de vídeo. A imagem do ambiente real é capturada pela câmera, assim o sistema reconhece os objetos, os sobrepõe com objetos virtuais e mostra, no monitor, o ambiente enriquecido. Isso permite que o usuário visualize simultaneamente o mundo real e os objetos virtuais gerados pelo software, o que leva à sensação de imersão no ambiente de RA.

A utilização do Livro GeoAR compreende o uso conjugado do livro impresso e do software aplicativo que implementa os conceitos de geometria com recursos de RA. Esse tipo de funcionalidade, característica dos livros interativos com RA, é interessante, pois representa um paradigma que mantém o uso dos livros na sua forma tradicional, aliado ao enriquecimento proporcionado pela tecnologia.

As páginas do livro GeoAR abrangem os seguintes temas relacionados à geometria: retângulo, quadrado, triângulo, classificação dos triângulos quanto aos lados, classificação dos triângulos quanto aos ângulos, trapézio, pentágono e círculo. Cada página do livro exibe um marcador, que é uma imagem em preto e branco que será reconhecida pelo software. Ao capturar a imagem pela *webcam*, o software reconhece o marcador de cada página e exibe o conteúdo relacionado ao assunto da página. A interação com o livro é realizada através de outro marcador, chamado 'GeoAR', que tem a forma de um ponteiro e é manipulado pelo usuário para realizar as ações desejadas.

Além de apresentar os conceitos relacionados às formas geométricas, o GeoAR disponibiliza um teste para verificação da aprendizagem, baseado em um conjunto de perguntas a serem respondidas pelos usuários. O teste é feito utilizando-se um artefato físico, criado para apoiar a criação de questionários com RA, e o marcador 'GeoAR'.

A Figura 2 mostra aspectos do GeoAR: (a) capa do livro; (b) página sobre o triângulo; (c) estudo do paralelepípedo usando o ponteiro; (d) questão constante dos testes de perguntas e respostas. Informações adicionais podem ser obtidas em <http://www.fernandamaria.com.br/geoar>.



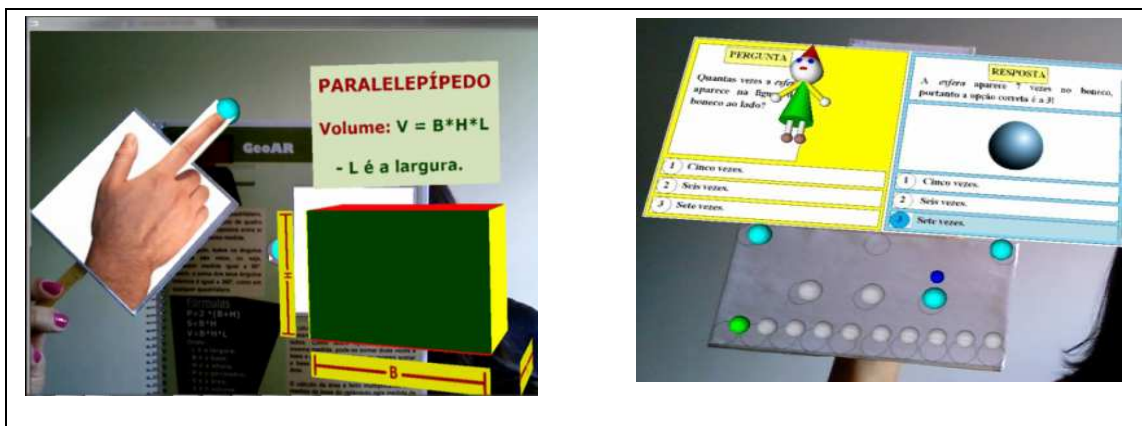


Figura 2 - Livro GeoAR

4. Avaliação do GeoAR com estudantes

O propósito desta avaliação foi testar o Livro GeoAR quanto à sua usabilidade, que é um requisito de qualidade orientado para o usuário (Sommerville, 2007), de importância fundamental para o uso bem sucedido de um software educacional. Foram considerados cinco atributos relevantes para aplicações de RA: (a) uso dos marcadores; (b) Facilidade de aprendizado e de uso do software; (c) Aspectos visuais; (d) Aspectos sonoros; (e) Interação geral com o software.

A avaliação foi realizada em março de 2012. Participaram dela 38 alunos recém ingressos no curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Itajubá, 18 dos quais declararam ter algum conhecimento sobre RA, sendo que a grande maioria deles afirmou possuir baixo nível de conhecimento em RA e de experiência com aplicações que utilizam tal tecnologia.

A coleta de dados foi feita por meio de um questionário contendo 25 questões, cinco para cada um dos atributos considerados relevantes. Para obter as respostas, foi empregada uma escala de Likert (Brandalise, 2006) de cinco pontos, com os seguintes valores: 1- insignificante; 2- fraco; 3- regular; 4-bom; e 5-excelente. Além disso, os participantes da pesquisa foram solicitados a expressarem comentários, em formato livre, incluindo indicação de aspectos positivos e negativos sobre o uso do software. O questionário adotado é apresentado no Anexo A.

Os dados coletados foram tratados estatisticamente e uma súmula dos resultados obtidos é apresentada a seguir.

4.1. Uso dos marcadores

O Uso dos Marcadores, como atributo relevante para a usabilidade do Livro GeoAR, foi avaliado a partir das respostas dadas pelos participantes às questões QA1 a QA5, constantes do Questionário mostrado no Anexo A. Os resultados obtidos a partir das respostas a estas questões são representados na Figura 3.

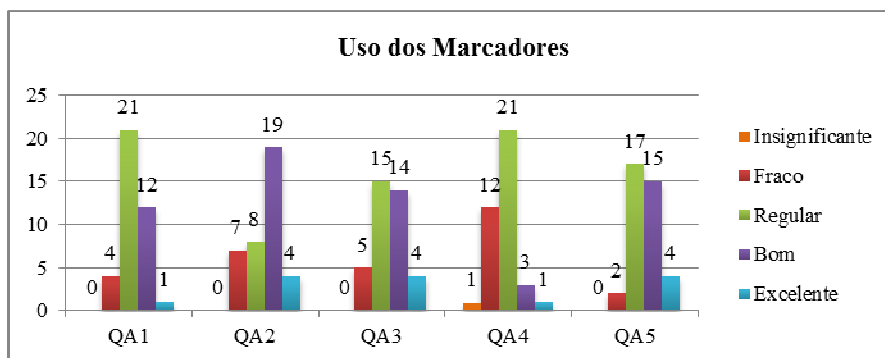


Figura 3 - Análise do Uso dos Marcadores do Livro GeoAR

Conforme indicado na Figura 3, verificou-se que 40% dos participantes declararam estar satisfeitos quanto ao Uso dos Marcadores para acessar os conteúdos do livro, incluindo aqueles que indicaram os níveis “excelente” e “bom” de satisfação quanto a esse atributo. Adicionalmente, 17,3% dos participantes declararam estar insatisfeitos com o uso dos marcadores, incluindo os que declararam níveis “insignificante” e “fraco” de satisfação em relação a esse atributo. Os demais 42,7% dos participantes declararam estar regularmente satisfeitos com a utilização dos marcadores do GeoAR.

4.2. Facilidade de aprendizado e de utilização do software

A Facilidade de Aprendizado e de Utilização do Software, como atributo relevante para a usabilidade do Livro GeoAR, foi avaliada a partir das respostas dadas pelos participantes às questões QA6 a QA10, constantes do Questionário do Anexo A. Os resultados obtidos a partir das respostas dadas a estas questões são ilustrados na Figura 4.

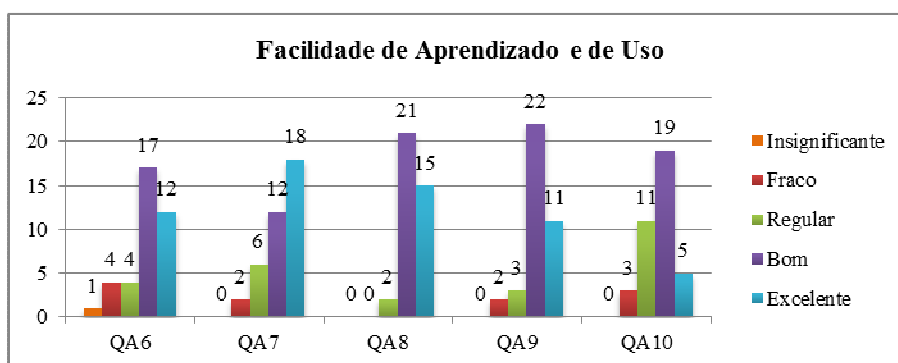


Figura 4 - Análise da Facilidade de Aprendizado e de Uso do Livro GeoAR

Conforme mostrado na Figura 3, a maioria dos participantes (80%) manifestou estar satisfeita quanto à Facilidade de Aprendizado e de Uso do Livro, incluindo os que indicaram níveis de satisfação “excelente” e “bom” quanto a esse atributo. Complementarmente, apenas 6,3% dos participantes da pesquisa indicaram estar insatisfeitos com o uso dos marcadores, incluindo os que indicaram os níveis

“insignificante” e “fraco” relativos a esta satisfação. Os demais participantes, que somaram 13,7%, declararam estar regularmente satisfeitos com a facilidade de aprendizado e de uso propiciada pelo livro.

4.3. Aspectos visuais

Os aspectos visuais, como atributo relevante para a usabilidade do Livro GeoAR, foram avaliados a partir das respostas fornecidas pelos participantes às questões QA11 a QA15, constantes do Questionário. Os resultados obtidos a partir destas respostas são mostrados na Figura 5.

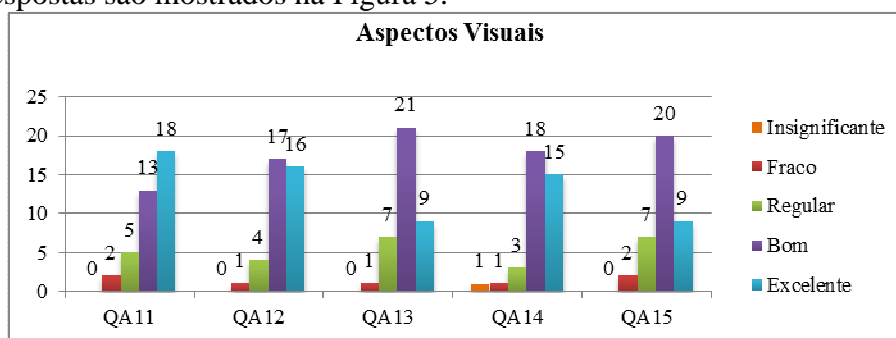


Figura 5 - Análise dos Aspectos Visuais do Livro GeoAR

Conforme ilustrado na Figura 5, a maioria dos participantes (82%) declarou estar satisfeita em relação aos recursos visuais do GeoAR, incluindo os que indicaram níveis de satisfação “excelente” e “bom” quanto a esse atributo. Além disso, apenas 4,3% dos participantes da pesquisa indicaram estar insatisfeitos com o uso dos marcadores, incluindo os que anotaram os níveis “insignificante” e “fraco” em relação a esta satisfação. Os demais 13,7% dos participantes declararam estar regularmente satisfeitos com os aspectos visuais do livro.

4.4. Aspectos sonoros

Os aspectos sonoros, como atributo relevante para a usabilidade do Livro GeoAR, foram avaliados a partir das respostas dadas pelos participantes às questões QA16 a QA20, constantes do Questionário. Os resultados obtidos a partir das destas respostas são ilustrados na Figura 6.

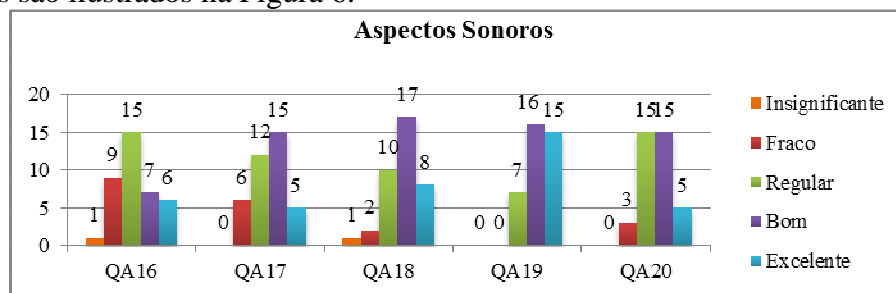


Figura 6 - Análise dos Aspectos Sonoros do Livro GeoAR

Conforme mostrado na Figura 6, cerca de metade dos participantes (57,4%) afirmaram estar satisfeitos quanto aos recursos sonoros do Livro, incluindo aqueles que

indicaram níveis de satisfação “excelente” e “bom” quanto a esse atributo. Adicionalmente, 11,6% dos participantes da pesquisa declararam estar insatisfeitos quanto aos aspectos sonoros do GeoAR, incluindo os que marcaram os níveis “insignificante e “fraco” para este atributo. Os demais participantes, que somaram 31%, declararam estar regularmente satisfeitos com os aspectos sonoros.

4.5. Interação geral

A interação geral, como atributo relevante para a usabilidade do Livro GeoAR, foi avaliada a partir das respostas dadas pelos participantes às questões QA21 a QA25, constantes do Questionário. Os resultados obtidos são representados na Figura 7.

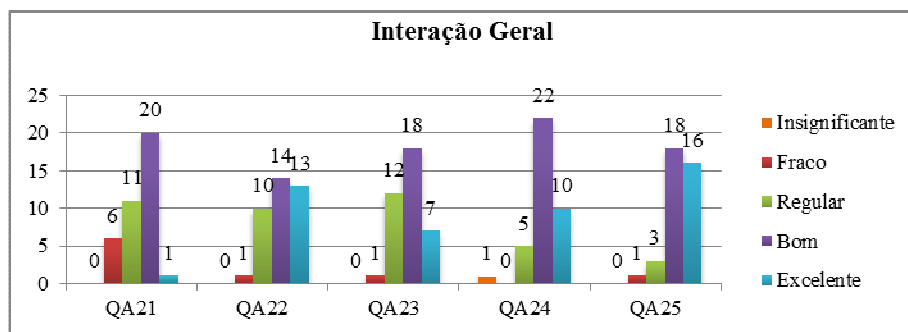


Figura 7 - Análise da Interação Geral do Livro GeoAR

De acordo com a Figura 7, 73,1% dos participantes da pesquisa manifestaram-se satisfeitos quanto à interação geral propiciada pelo Livro, incluindo aqueles que indicaram os níveis de satisfação “excelente” e “bom” em relação a esse atributo. Verifica-se também que apenas 5,3% dos participantes (incluindo os que marcaram os níveis “insignificante e “fraco”) posicionaram-se insatisfeitos quanto à interação geral. Os demais 21,6% dos participantes declararam estar regularmente satisfeitos com a interação geral.

Os resultados obtidos na pesquisa permitem destacar os seguintes aspectos, referentes à percepção dos participantes quanto à usabilidade do Livro GeoAR:

- Os atributos de Aspectos Visuais e Facilidade de Aprendizagem e Utilização do Livro GeoAR alcançaram os maiores níveis de satisfação (80% e 82%, respectivamente). Destaca-se que o resultado obtido quanto aos Aspectos Visuais são compatíveis com os livros com RA, que, pelas peculiaridades propiciadas pela tecnologia, possuem um alto apelo visual para os estudantes.
- O atributo de Interação Geral também atingiu um nível de satisfação acima da média, somando 73,1%. Tal índice foi considerado compatível, uma vez que resultou da consideração de todos os aspectos de usabilidade, conforme avaliados pela pesquisa e de acordo com a percepção dos participantes.
- Os atributos de Aspectos Sonoros e Uso de Marcadores obtiveram os menores níveis de satisfação (57,3% e 40%, respectivamente). O resultado referente aos Recursos Sonoros sugere que as narrações poderiam ser melhoradas, utilizando-se, por exemplo, mais narradores (com vozes diferentes) e locuções mais enfáticas. Por sua vez, o resultado relativo ao Uso dos Marcadores sugere que, apesar das melhorias incorporadas com o uso do ponteiro, a manipulação dos marcadores

ainda causa dificuldades. Como as aplicações de RA ainda constituem novidade, essa dificuldade enfrentada pelos estudantes era, de certa forma, esperada. Destaca-se que a grande maioria dos participantes nunca haviam tido contato com uma aplicação de RA. Essa dificuldade poderia ser vencida por meio de uma maior exposição dos estudantes a este tipo de aplicação e de um treinamento inicial sobre o uso do Livro GeoAR.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou o GeoAR, um livro com RA para o ensino e aprendizagem de tópicos de geometria referentes às principais figuras geométricas. Ganhou destaque a discussão de uma avaliação sobre a usabilidade do GeoAR, realizada junto a estudantes.

A usabilidade do Livro GeoAR, como aplicação de RA, considerou atributos referentes ao uso de marcadores, à facilidade de aprendizado e de utilização, a recursos visuais e sonoros e à interação geral. A definição de usabilidade a partir desses atributos, juntamente com a lista de questões definidas para avaliação do software, constitui, por si, uma contribuição para a avaliação de aplicações com RA.

Os resultados obtidos na avaliação permitem definir diretrizes para o refinamento do protótipo apresentado, principalmente em relação a aspectos de uso de marcadores e aspectos sonoros, atributos pontuados com menor nível de satisfação pelos estudantes.

Além de contribuir para melhorar a qualidade do Livro GeoAR, o trabalho apresentado poderá também ser útil para o desenvolvimento e avaliação de outras aplicações educacionais baseadas em RA.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao CNPq pelo financiamento concedido ao Projeto AIPRA (Processo 559912/2010-2), que possibilitou a realização deste trabalho.

Referências bibliográficas

- AZUMA, R. A survey of augmented reality. **Presence**, Teleoperators and Virtual Environments, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.
- BILLINGHURST, M.; KATO, H.; POUPYREV, I. The MagicBook – moving seamlessly between reality and virtuality. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 21, n. 3, p. 6-8, 2001.
- BILLINGHURST, M. Augmented reality in education. **New Horizons for Learning**, 2002. Disponível em: <www.newhorizons.org/strategies/technology/billinghurst.htm>. Acesso em 20 jul. 2011.
- BRANDALISE, L. T. **Modelos de medição, percepção e comportamento - uma revisão**. Cascavel: Edunoeste, 2006. Disponível em: <http://www.lgti.ufsc.br/brandalise.pdf>. Acesso em: 30/04/2012.
- EDUCASE LEARNING INITIATIVE. **The Horizon Report**. 2011 Edition, 2011. Disponível em: <<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/HR2011.pdf>>. Acesso em 20 jul. 2011.
- GUTIERREZ, J. M. et al. Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. **Computers & Graphics**, v. 34, n. 1, p. 77-91, 2010.



- HAMILTON, K. E. **Augmented reality in education**. Proc. SXSW Interactive 2011. Disponível em: <http://wik.ed.uiuc.edu/index.php/Augmented_Reality_in_Education>. Acesso em 20 jul. 2011.
- KIRNER, T. G.; REIS, F. M. V.; KIRNER, C. **Development of an Interactive Book with Augmented Reality for Teaching and Learning Geometric Shapes**. Anais da 7ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI 2012), Madrid.
- MAYER, P.; KINLKER, G.; TONNIS, M. Augmented reality for teaching spatial relations. **International Journal of Arts & Sciences**, 2009.
- OKAWA, E. S.; KIRNER, C.; KIRNER, T. G. **Sistema solar com realidade aumentada**. Anais do VII Workshop de Realidade Virtual e Aumentada (WRVA 2010), Porto Alegre: SBC, p. 72-76.
- REIS, F. M. V.; KIRNER, T. G. **Avaliação de um Protótipo do GeoAR - Livro Interativo com Realidade Aumentada para o Ensino de Geometria**. Anais do VIII Workshop de Realidade Virtual e Aumentada (WRVA 2011), Uberaba.
- REIS, F. M. V.; KIRNER, T. G. **Desenvolvimento de um Livro com Realidade Aumentada para o Ensino de Geometria**. Anais do VIII Workshop de Realidade Virtual e Aumentada (WRVA 2011), Uberaba.
- SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 8ª Edição, São Paulo, SP, Pearson, 2007.
- WOODS E. et al. **Augmenting the science centre and museum experience**. Proc. 2nd Int. Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (GRAPHITE 2004), New York: ACM Press, p. 230-236.

ANEXO A. Questionário

1. Uso dos Marcadores	
QA1	Qual o nível de satisfação quanto à manipulação dos marcadores? - por exemplo, acessar os conteúdos do software, evitar colisão de pontos e objetos virtuais, etc.
QA2	Qual o nível de satisfação quanto à exploração do software com os marcadores? - por exemplo, movimentar as figuras geométricas, obter as explicações escritas, etc.
QA3	Qual o nível de satisfação quanto ao ajustamento dos marcadores em relação à câmera – por exemplo, posicionar-se adequadamente, para que a câmera reconheça o marcador.
QA4	Qual o nível de satisfação quanto à precisão para selecionar objetos ou ações com os marcadores? - por exemplo, fazer a seleção rapidamente.
QA5	Qual o nível de satisfação geral quanto à utilização dos marcadores?
2. Facilidade de Aprendizado e de Uso	
QA6	Qual o nível de facilidade quanto ao aprendizado do funcionamento do software? – por exemplo, você conseguiu acessar os conteúdos rapidamente.
QA7	O funcionamento da aplicação é de fácil recordação? - por exemplo, você seria capaz de explicá-lo facilmente para outra pessoa.



QA8	Os recursos da aplicação auxiliaram na memorização – por exemplo, o desenho das teclas ou menus está relacionado à aplicação.
QA9	Qual o nível de atratividade do software? – por exemplo, a forma de apresentação das figuras geométricas é interessante e motiva o uso do software.
QA10	Qual o nível de satisfação geral quanto à facilidade de uso do software?
3. Aspectos Visuais	
QA11	Qual o nível de satisfação quanto aos aspectos visuais dos textos? – por exemplo, as cores, contrastes, brilho, etc. usados nos textos permitem uma leitura clara.
QA12	Qual o nível de satisfação quanto à qualidade visual dos objetos 3D? – por exemplo, a cores usadas em cada sólido, o contraste entre as faces, etc. facilitam a visualização.
QA13	Qual o nível de satisfação quanto ao contraste entre o ambiente virtual e o ambiente físico? – por exemplo, a visualização integrada dos objetos reais e virtuais não causa poluição visual.
QA14	Qual o nível de satisfação quanto às animações? – por exemplo, a rotação dos objetos tridimensionais auxilia o entendimento dos conceitos.
QA15	Qual o nível de satisfação geral quanto à qualidade dos aspectos visuais do software?
4. Aspectos Sonoros	
QA16	Qual o nível de satisfação quanto às narrações e explicações sonoras? Por exemplo, as narrações são ouvidas e entendidas claramente.
QA17	Qual o nível de facilidade para entender os conteúdos do software por meio das explicações sonoras? - por exemplo, as explicações são objetivas e claras.
QA18	Qual o nível de satisfação quanto aos recursos adicionais de áudio? – por exemplo, os alertas sonoros ajudam o entendimento das explicações e facilitam as ações.
QA19	Qual o nível de integração dos recursos sonoros com os recursos gráficos? – por exemplo, as narrações são compatíveis com cada uma das figuras geométricas.
QA20	Qual o nível de satisfação geral quanto à qualidade dos recursos sonoros do software?
5. Interação Geral	
QA21	Qual o nível de satisfação quanto ao funcionamento geral do software? - por exemplo, não houve falhas que tenham impedido o funcionamento da aplicação.
QA22	Qual o nível de satisfação quanto à obtenção dos resultados da aplicação? - por exemplo, você conseguiu entender os conceitos, manipular as figuras geométricas, etc.
QA23	Qual o nível de satisfação quanto ao tempo de resposta da aplicação? – por exemplo, as informações e conteúdos visuais e sonoros foram obtidos em tempo adequado.
QA24	A aplicação leva à sensação de integração com o ambiente virtual? - por exemplo, você sente como se o ambiente da aplicação fosse parte do seu mundo real?
QA25	O que você acha da possibilidade de indicar o software GeoAR para outras pessoas utilizarem?