

- O usuário deve ser capaz de navegar entre as telas das aplicações sem dificuldade.
- Ambiente físico: as aplicações executarão em *smartphones* Android.
- Interfaces: os resultados do Quiz estarão somente na aplicação do usuário, não haverá a possibilidade de compartilhar os resultados com outros usuários e nem em redes sociais.
- Quando o usuário estiver respondendo ao Quiz, não pode haver um *delay* entre as perguntas, o mesmo acontece quando é finalizado o Quiz. Portanto, não devem existir limitações quanto à velocidade de execução e/ou ao tempo de resposta e saída.
- O público-alvo é composto por crianças alfabetizadas na faixa etária entre 7 e 14 anos, mas poderão haver usuários com outras idades que se interessarem por aprender ou aprimorar a percepção musical.
- Por questões de segurança e confidencialidade dos dados, o usuário não insere nenhuma informação pessoal nas aplicações.
- Em relação aos recursos, deve haver preocupação com a quantidade de armazenamento físico que será ocupada pelo sistema.

4.3 Materiais

As aplicações foram inicialmente desenvolvidas para dispositivos móveis Android, usando a plataforma de desenvolvimento Unity 5.6, linguagem de programação C# para os *scripts* e Vuforia 6.2 para o desenvolvimento em RA para *cardboard*. Em relação aos componentes de hardware para o desenvolvimento, foi utilizado um computador HP Probook, com sistema operacional Windows 7 64 bits, processador Intel Core I5-4300M, 4GB de RAM, HD de 128GB de espaço.

O Instrumenteca está dividido em duas aplicações, Instrumenteca RA e Instrumenteca Quiz, descritas a seguir.

4.3.1 Instrumenteca RA

O Instrumenteca RA é uma aplicação de RA que proporciona ao usuário a possibilidade de visualizar um instrumento musical em 3D através de um celular acoplado em um Google Cardboard. Teve como principais objetivos: a) reconhecer visualmente os tipos de instrumentos musicais; b) reconhecer os sons dos instrumentos musicais; c) diferenciar os tipos de instrumentos musicais; d) ampliar o conhecimento de instrumentos musicais na parte visual e sonoro. Para tanto, a proposta inicial foi desenvolver um marcador para cada instrumento musical juntamente com o seu som. Posteriormente, foi montado um ambiente físico como um mural com os quatorze marcadores de cada instrumento.

O usuário veste o Google Cardboard e olha para um marcador individual para visualizar o instrumento em 3D e um fone de ouvido para ouvir o seu respectivo som - o uso de um *cardboard* e do fone de ouvido é para que o som esteja perto dos ouvidos do usuário e para dar maior sensação de imersão. A aplicação Instrumenteca RA é executada dentro do celular, que está encaixado no Google Cardboard (Figura 1).



Figura 1. Google Cardboard para uso do Instrumenteca RA

4.4.2 Instrumenteca Quiz

Trata-se de uma aplicação Android (Figura 2), desenvolvida com Unity 3D, para testar os conhecimentos dos usuários sobre os conceitos sobre percepção musical e testar os conhecimentos vistos/aprendidos na primeira aplicação sobre os diferentes tipos de instrumentos musicais.



Figura 2. Telas do Instrumenteca Quiz

Durante a concepção do Instrumenteca Quiz foi criado um esboço do *layout* de cada tela da aplicação. Com as telas criadas, foram realizados testes verificando se os fluxos de dados estavam adequados, se o comportamento das aplicações estava consistente com as funções que deveriam ser executadas (exemplo: ao clicar em um botão, se ele realmente estava realizando a sua função de maneira correta) e se os objetivos das aplicações permanecem consistentes com os objetivos do sistema. Também foi verificado se a linguagem e os *layouts* estão de acordo com o público-alvo.

4.5 Metodologia dos Testes com Usuários Finais

A realização dos testes se deu em ambiente não controlado (no próprio domicílio da criança). As crianças escolhidas como público-alvo para os testes tiveram o aval dos pais. Para validar as aplicações, foi selecionado um grupo de 12 crianças de ambos os sexos, com idade variando entre seis e 14 anos. Um teste-piloto foi executado por seis adultos, para que fosse verificado se todos os passos que compunham o teste estavam corretos.

Para verificar o nível de conhecimento musical das crianças, foi realizado um pré-teste contendo três questões de múltipla escolha sobre o perfil do usuário e três questões relacionadas à percepção musical. As questões de perfil do usuário eram: gênero, idade, grau de escolaridade. Já as questões relacionadas à percepção musical se referiam ao nível

de conhecimento musical, ao conhecimento das classes que os instrumentos pertenciam e ao uso de aplicações para o aprendizado de música.

Após o preenchimento do questionário de pré-teste, as crianças foram submetidas ao uso das aplicações. O tempo médio para a execução da aplicação foi de 20 minutos com o desvio padrão de dois minutos entre os testes. Após a utilização das aplicações, as crianças realizaram o pós-teste e, em seguida, responderam a um questionário de satisfação – que é uma das medidas de usabilidade, com questões propostas pelos autores. O questionário de pós-teste teve como objetivo medir o ganho de conhecimento de percepção musical e os diferentes tipos de instrumentos após utilizar as aplicações. Já o questionário de satisfação envolvia questões relacionadas à usabilidade da aplicação, tais como: quão importante é a utilização deste tipo de aplicação para o aprendizado; quão fácil é a utilização das aplicações; se a utilização das aplicações gerou algum tipo de desconforto visual; se a utilização das aplicações foi divertida.

5. Resultados e Discussões

Esta seção apresenta os resultados e as discussões sobre os testes realizados com as crianças com uso das aplicações Instrumenteca RA e Instrumenteca Quiz. A partir dos dados coletados no questionário de pré-teste, foi possível identificar que 100% das crianças nunca tiveram aula de música; 83% das crianças nunca utilizaram o Google Cardboard e, 92% das crianças nunca utilizaram nenhum tipo de aplicação tecnológica para o aprendizado de música.

5.1 Resultados do Aprendizado

A Tabela 1 apresenta as respostas das crianças antes e após utilizar as aplicações. As perguntas tinham o mesmo conteúdo, em ordem aleatória.

Tabela 1. Quantidade de respostas corretas

Você conheceu instrumentos novos nesta aplicação?		
Sim	Não	
100%	0%	
O que você aprendeu utilizando a aplicação?		
Diferenciar Instrumentos musicais	Objetos em 3D	Não aprendi nada
67%	33%	0%
Resultado do Quiz:		
Quantidade de questões respondidas corretamente		
Pré-teste	Pós-teste	Ganho no aprendizado
7,4	11,8	31%

Analisando a Tabela 1 é possível perceber que: antes da utilização das aplicações, as crianças acertaram, em média, 7,4 das questões, de um total de 14 questões, o que representa 53% de acerto. Após a utilização das aplicações, as crianças acertaram 11,8 questões das 14 questões, o que representa 84% de acerto. Isso corresponde a um ganho no aprendizado de 31% comparado ao seu desempenho na avaliação antes da utilização. Já no pós-teste, 100% das crianças declararam ter conhecido novos instrumentos durante a utilização das aplicações e a maioria das crianças, 67%, declarou ter aprendido a diferenciar os instrumentos musicais após o uso das aplicações.

5.2 Resultados dos Testes de Usabilidade

Entre os valores respondidos pelas crianças a respeito da usabilidade das aplicações podemos destacar que:

- A maioria das crianças, 92%, considerou muito importante a utilização de aplicações como estas para o aprendizado.
- 100% das crianças consideraram a utilização das aplicações muito fácil.
- 100% das crianças declararam que conseguem utilizar as aplicações sem a ajuda de um adulto.
- 100% das crianças declararam que as cores e desenhos das aplicações estavam adequadas.
- 100% das crianças não apresentaram desconfortos visuais, que poderiam ter sido causados pelo uso do Google Cardboard, durante a utilização das aplicações.
- 92% das crianças consideraram as aplicações muito divertidas.
- 100% das crianças recomendariam estas aplicações para um amigo.
- Não houve nenhum *feedback* negativo sobre a usabilidade das aplicações.

6. Conclusão

Este artigo apresentou o desenvolvimento de um objeto de aprendizagem em percepção musical, contendo duas aplicações, denominadas Instrumenteca RA e Instrumenteca Quiz, para apoiar o processo de aprendizagem musical, através da diferenciação dos instrumentos musicais. Os propósitos da aplicação são: possibilitar às crianças vivenciarem um amplo universo de elementos musicais e estimular a aprendizagem de percepção musical através da diferenciação de instrumentos musicais.

A avaliação de usabilidade (através da dimensão de satisfação), realizada com 12 crianças, mostrou que as aplicações são fáceis de utilizar, não sendo necessária a ajuda de um adulto para utilização. As crianças demonstraram muita satisfação e entusiasmo, dadas as características motivacionais da RA. Para todas as crianças participantes, foi o primeiro contato com um *cardboard*.

RA é uma ferramenta capaz de suportar diversos tipos de ambientes de aprendizagem em diferentes níveis de complexidade. No ensino musical, a RA permite a interação entre usuário e sistema de uma forma atrativa, eficiente e intuitiva. No caso das aplicações Instrumenteca RA e Instrumenteca Quiz, os conceitos básicos de percepção musical, como diferenciação dos instrumentos através de seu timbre, são reforçados fazendo com que as crianças consigam realizar os exercícios com sucesso.

Como perspectiva de continuidade deste estudo, em termos de implementação, pretende-se integrar novos instrumentos, pois atualmente são contemplados apenas 14. Também pode-se incluir níveis de dificuldade para a diferenciação de instrumentos. Além disso, pode-se projetar o desenvolvimento de módulos com mais interatividade entre o objeto 3D e o usuário.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Educação Musical. **ABEM**. Disponível em <http://abemeducaomusical.com.br/artsg2.asp?id=20/>. Acesso em: 19 de março de 2016.
- AZUMA, R. T. A survey of augmented reality. **Presence: Teleoperators & Virtual Environments**, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.

- BERNARDES, V. A percepção musical sob a ótica da linguagem. **Revista da ABEM**, v. 9, n. 6, 2014.
- BERRY, R. et al. The augmented composer project: The music table. In: **Proceedings of the 2nd IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality**. IEEE Computer Society, 2003. p. 338.
- BILLINGHURST, M. Augmented reality in education. **New horizons for learning**, v. 12, n. 5, 2002.
- DE ARAUJO BORGES, S.; PENNA, M. O estudo da percepção musical em um curso técnico em instrumento musical: um projeto de pesquisa. In: **XXII Congresso Nacional da Associação Brasileira de Educação Musical**. 2015.
- BOWER, M. et al. Augmented Reality in education—cases, places and potentials. **Educational Media International**, v. 51, n. 1, p. 1-15, 2014.
- CORRÊA, A. G. D.; FICHEMAN, I. K.; DE DEUS LOPES, R. Interface Musical Tangível Desenvolvida com Tecnologia de Realidade Aumentada. **Revista de Exatas e TECNológicas**, v. 3, n. 1, p. 07-17, 2012.
- CORRÊA, A. G. D. et al. Desenvolvimento de um Livro Interativo em Realidade Aumentada para Ensino e Aprendizagem Musical. **Renote**, v. 10, n. 2, 2013.
- GOMEZ, L.; MARTINS, V. F.; NOGUEIRA JR., J. EDUCAÇÃO MUSICAL: O SOFTWARE MUSIC-AR PARA O ENSINO DE PERCEPÇÃO SONORA PARA CRIANÇAS DA PRÉ-ESCOLA. In: **Proceedings of World Congress on Communication and Arts**. 2014. p. 255-259.
- GORDON, E. E. Teoria de aprendizagem musical: competências, conteúdos e padrões (Maria de Fátima Albuquerque, trad.). **Lisboa, PT: Fundação Calouste Gulbenkian**, 2000.
- JESUS, E. A.; URIARTE, M. Z.; RAABE, A. L. A. Zorelha: Um objeto de aprendizagem para auxiliar o Desenvolvimento da percepção musical em crianças de 4 a 6 anos. **Brazilian Journal of Computers in Education**, v. 18, n. 01, p. 91, 2010.
- JOHNSON, L. et al. **NMC horizon report: 2016 higher education edition**. The New Media Consortium, 2016.
- KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Virtual reality and augmented reality applied to simulation visualization. In: **Simulation and Modeling: Current Technologies and Applications**. IGI Global, 2008. p. 391-419.
- NUNES, S. S.; MARTINS, V. F.; CORRÊA, A. G. D. Open educational resources to support musical education. In: **Information Systems and Technologies (CISTI), 2015 10th Iberian Conference on**. IEEE, 2015. p. 1-6.
- RODRIGUES, C. A. M.; ROSIN, S. M. A importância do ensino de música para o desenvolvimento infantil. **Maringá: UEMA**, 2011.
- RODRIGUES, J. N. **A música na educação infantil: um recurso pedagógico que favorece o desenvolvimento integral das crianças**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- SILVA, E. M. P.; TONI, F. C. Instrumentos Musicais da Coleção Mário de Andrade. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, n. 31, p. 197-206, 1990.
- SOUZA, J. Educação musical e práticas sociais. **Revista da ABEM**, v. 12, n. 10, 2014.