

MusicandoRA: Livro Interativo em Realidade Aumentada para Apoio à Aprendizagem Musical

**Daniel Gomes de Melo, Maira Lima, Marilena do Nascimento,
Ana Grasielle Dionísio Corrêa**

Faculdade de Computação e Informática – Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo – SP – Brasil

daniel.g.melo@gmail.com, maira.limas@hotmail.com,
marilena.nascimento@gmail.com, ana.correa@mackenzie.br

***Resumo.** Este artigo apresenta um Sistema Interativo em Realidade Aumentada para apoio ao processo de iniciação musical infantil. O sistema, denominado MusicandoRA, é composto de um material impresso (livro) e um software para interação com os elementos musicais 3D. O MusicandoRA propõe diversas possibilidades para trabalhar nos estágios iniciais de educação musical com crianças e adolescentes de até 15 anos de idade. Avaliações do MusicandoRA foram feitas com especialistas em Música e apontam os benefícios que esta ferramenta pode trazer para o ensino de música nas escolas, dado que se baseia em uma plataforma convencional e de baixo custo.*

1. Introdução

O ensino e aprendizagem podem ser vistos como um processo progressivo que necessita de diferentes abordagens para seu aperfeiçoamento. De acordo com Gaiza (1998), a música e o som, enquanto energia, estimulam o movimento interno e externo do homem, impulsionando-o a ação e promovendo nele uma multiplicidade de condutas de diferentes qualidades e graus. Segundo o autor, em qualquer situação de aprendizagem, sempre haverá características individuais dos alunos que suscitam em diferentes estratégias de aprendizado. Neste sentido, devem-se desencadear práticas que contribuam para o desenvolvimento da inteligência e do pensamento crítico como, por exemplo, atividades ligadas à música.

De acordo com Brito (2003), a música é um poderoso instrumento para beneficiar o sistema educacional, pois, além de promover a autodisciplina, pode estimular, de forma prazerosa, a criatividade e o raciocínio e outros dons (habilidades) e aptidões. Com a educação musical voltando a ser conteúdo obrigatório em todas as escolas do Brasil (Lei nº 11.769 de 18 de agosto de 2008), surge a necessidade de oferecer programas e materiais de apoio que contribuam com o processo de aprendizagem musical nas escolas.

Motivados pela emergente necessidade da inclusão digital, professores juntamente com pesquisadores, têm procurado realizar estudos envolvendo o uso pedagógico dos computadores e de seus recursos multimídia (FAGUNDES et al, 2008), (LOPES et al, 2010), (THOMAS et al, 2010). Considera-se, nesse sentido,

imprescindível a realização de pesquisas que verifiquem as possibilidades de implementação dos aportes computacionais na educação musical.

A Realidade Aumentada (RA) tem se mostrado uma ferramenta facilitadora e motivadora para trabalhar com crianças em momentos de recreação e também nas salas de aula (CONSULARO et al, 2004), (PÉREZ-LOPES et al, 2010), (ANDUJAR et al, 2011). Por meio da RA é possível criar interfaces interativas mais atrativas que podem ser manipuladas com as mãos, sem necessidade de uso de periféricos convencionais como teclado e mouse (GARBIN et al, 2006), (CORRÊA et al, 2007). Esta característica da RA pode proporcionar maior interação entre o aluno e o objeto de estudo, despertando o interesse e a curiosidade, havendo assim, maior probabilidade de engajamento por parte do aluno durante as aulas. Além disso, a RA tem trazido novas possibilidades para trabalhar com pessoas com necessidades especiais por possibilitar apresentar através de sons e imagens, ideias abstratas e conceitos de difícil assimilação (RICHARD et al, 2007), (GARBIN et al, 2006), (CORRÊA et al, 2011).

Dentro deste contexto, este trabalho vem contribuir com a pesquisa e o desenvolvimento de uma aplicação de RA voltada para apoiar o processo de ensino e aprendizagem musical. Trata-se de um livro acompanhado de um software para iniciação musical, denominado MusicandoRA, incrementado com características de RA capazes de potencializar os sentidos (visão e audição), além de apresentar um novo conceito em aprendizagem musical com a utilização da tecnologia. O material musical dispõe de páginas compostas de conteúdos musicais (textos e imagens) para aulas de iniciação musical, incrementado com recursos que incluem a visualização 3D de instrumentos musicais e audição de sons e melodias. No final do livro, são propostos alguns desafios musicais para estimular habilidades cognitivas como atenção, concentração, memorização e raciocínio. A seguir, são apresentados alguns dos conceitos musicais que são abordados no livro MusicandoRA e, em seguida, a Teoria Espiral de Desenvolvimento Musical de Keith Swanwick e June Tillman (1986) que propõe estágios para o ensino da música.

2. Conceitos Musicais

O musicandoRA apresenta conceitos musicais de acordo com abordagens de alguns autores. Para a maioria deles, a música é definida como sendo uma linguagem que combina sons e silêncio no universo (Brito, 2003), (Howard, 1984). Contudo, as características do som não podem ser interpretadas com sendo a própria música. De acordo com Brito (2003), a passagem do sonoro ao musical se dá pelo relacionamento entre os parâmetros dos sons e o silêncio. De acordo com Howard (1984) e Brito (2003), os parâmetros sonoros são:

- **Altura:** refere-se aos sons médios, graves e agudos. Pode ser representada pelas notas musicais (dó, ré, mi, fá, sol, lá e si) ou altura irregular (barulhos).
- **Duração:** refere-se ao tempo de prolongamento do som. Na escrita musical é representada pelas figuras musicais (semibreve, mínima, semínima, etc.).
- **Intensidade:** refere-se à força com que o som é executado, a qual resulta no volume do som.

- **Timbre:** É a característica que diferencia (personaliza) cada som. É voz do instrumento musical.

Além do som, a música é composta por outros três elementos (Brito, 2003):

- **Ritmo:** movimento que ocorre em intervalos regulares. É conhecido também como cadência. É possível observar o ritmo no nosso cotidiano como, por exemplo, na batida do coração ou mesmo nos ponteiros do relógio.
- **Melodia:** execução de sons executada de forma sucessiva
- **Harmonia:** combinação de sons simultâneos. Consiste na execução de vários sons ao mesmo tempo.

Os instrumentos musicais são divididos em três categorias (Brito, 2003):

- **Corda:** são aqueles cujos sons são produzidos pela vibração de cordas elásticas esticadas sobre uma caixa de ressonância como, por exemplo, violão e guitarra.
- **Sopro:** são aqueles cujo som é produzido pela vibração de uma massa de ar originada no instrumento como, por exemplo, flauta e saxofone.
- **Percussão:** são aqueles cujo som é produzido pelo próprio corpo do instrumento, como no caso do reco-reco e triângulo ou, através de membranas esticadas sobre uma caixa de amplificação como, por exemplo, caixa e tambor.

2.1. Modelo Espiral de Desenvolvimento Musical

Swanwick e Tillman (1986) desenvolveram uma teoria conhecida como Modelo Espiral de Desenvolvimento Musical. Este modelo propõe estágios de desenvolvimento musical que contempla os elementos comuns a toda a experiência musical significativa:

- **Material:** aplica-se a crianças de até os 04 anos de idade, sendo caracterizada pela experimentação dos sons dos ambientes a sua volta. Pode ocorrer de forma sensorial, com exploração sensorial das qualidades sonoras ou de forma manipulativa, onde é possível observar um controle manipulativo sobre os sons.
- **Expressivo:** aplica-se a crianças de 05 a 09 anos de idade, sendo caracterizada pela manipulação dos instrumentos musicais, originando as primeiras composições, parecidas com os sons que a criança está acostumada a ouvir e cantar. Pode ocorrer de forma pessoal, a partir do controle dos sons ou, de forma vernacular, onde ocorre uma adequação a convenções musicais estereotipadas.
- **Forma:** aplica-se a crianças de 10 aos 15 anos de idade, sendo caracterizada pelo respeito criado por alguns estilos musicais específicos, tendo como objetivo estabelecer conexões com outras crianças e/ou jovens, como o pop ou rock. Pode ocorrer de forma especulativa, com respostas intuitivas à forma, sendo notável uma imaginação “brincalhona”, com surpresas e expectativas ou, de forma idiomática, em que a imaginação ocorre dentro de estilos conhecidos.
- **Valor:** aplica-se aos indivíduos a partir dos 15 anos de idade, onde a música passa a representar um valor importante para o indivíduo, mais por relação emocional que por modismos ou um consenso social. Pode ocorrer de forma

simbólica, onde há um comprometimento pessoal com o valor simbólico da música ou, de forma sistemática, através de possibilidades de discurso musical.

Dessa forma, o Modelo Espiral contribui para o delineamento de critérios bem fundamentados para avaliar uma produção musical. A partir destes critérios, o professor pode conduzir seus alunos em atividades que propiciem e revelem uma compreensão musical cada vez mais profunda.

3. Concepção do MusicandoRA

O MusicandoRA é composto de um material impresso (livro) e um software para interação com os elementos musicais 3D. Propõe diversas possibilidades para trabalhar nos estágios iniciais do modelo Espiral de Desenvolvimento Musical.

O material impresso, composto de textos e imagens, foi baseado no conteúdo musical publicado por Brito (2003). O software foi concebido com tecnologia de Realidade Aumentada e, portanto, é necessário dispor de uma webcam para seu funcionamento. Inicialmente, o usuário utiliza a webcam para capturar imagens de cartões marcadores disponíveis no livro. Estes cartões são compostos por símbolos que estão catalogados no banco de dados do software. Os símbolos musicais detectados são analisados e interpretados pelo software. A interpretação dos símbolos produz objetos virtuais em 3D que são combinados com o mundo real do usuário. O mundo misturado é enviado pelo software para um dispositivo de visualização (tela do computador).

Para implementação do software foi utilizada a linguagem de programação ActionScript 3.0 (AS3) no ambiente de desenvolvimento Adobe Flash CS5. Para executar o software MusicandoRA, o usuário deve instalar no navegador o Flash Player (versão 10 ou superior) e permitir o acesso do *plugin* à webcam. Os modelos 3D utilizados seguem o padrão *Collaborative Design Activity* (COLLADA) e podem ser encontrados na Internet na extensão “.dae”. Foram utilizadas as bibliotecas:

- Papervision 3D (versão 2.0) para aplicar as transformações geométricas (rotação, translação e escala) nos modelos 3D.
- Flartoolkit (versão 2.72) para desenvolvimento das aplicações de RA.

A Figura 1a, mostra a interface da tela principal do software MusicandoRA, onde o usuário é convidado a testar sua webcam e a Figura 1b mostra a janela de vídeo ativa onde o usuário aponta uma página do material impresso do MusicandoRA.



Figura 1. (a) Tela principal do MusicandoRA; (b) Janela de vídeo ativa;

3.1. Vamos Praticar

Instrumentos Musicais: quando o conteúdo tratado no livro MusicandoRA for sobre os instrumentos musicais (sopro, corda ou percussão), ilustrado na Figura 2a, é possível interagir com os cartões que, ao serem inseridos no campo de visão de uma webcam, projetam instrumentos musicais virtuais em 3D (Figura 2b). Ao manipular estes cartões com as mãos, o usuário poderá visualizar estes instrumentos em diferentes perspectivas.



Figura 2. (a) Página do livro MusicandoRA com conteúdo sobre instrumentos musicais; (b) Tela do software MusicandoRA e Instrumentos musicais em 3D

Notas Musicais: quando o conteúdo tratado no livro MusicandoRA for sobre a altura das notas musicais, é possível interagir com os cartões correspondentes às notas musicais (Figura 3a). Estes cartões geram cubos coloridos que, ao serem obstruídos pelas mãos do usuário, executam os sons das respectivas notas musicais (Figura 3b).

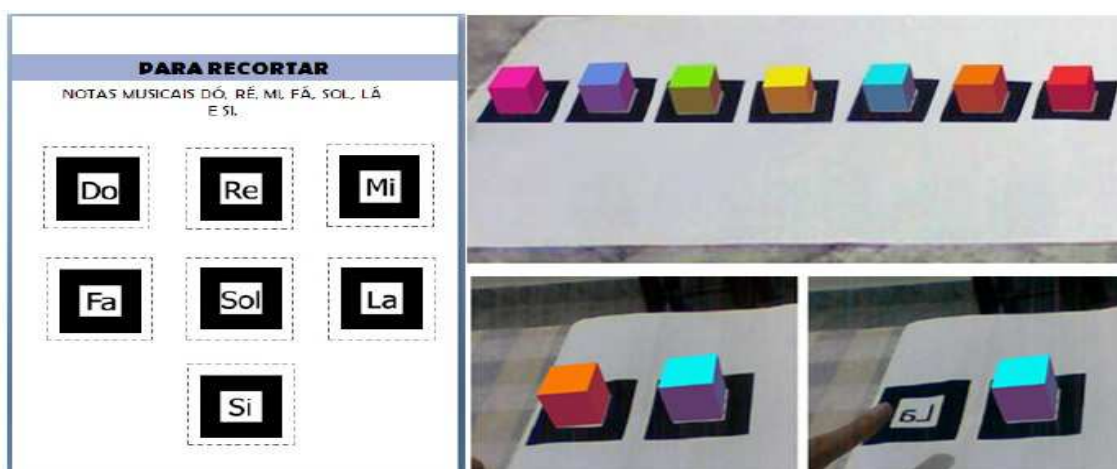


Figura 3. (a) Página do livro MusicandoRA com os cartões respectivos às notas musicais; (b) Interação com os cubos que representam as notas musicais

As notas musicais são executadas no timbre do piano, mas pode-se alterar este timbre, colocando-se no campo de visão da webcam o cartão do instrumento musical desejado.

Sons Graves e Agudos: ainda nesta categoria “Vamos Praticar”, o livro MusicandoRA oferece uma brincadeira que envolve a altura dos sons (grave ou agudo). Para exemplificar um som de altura grave, o usuário posiciona o marcador indicado no campo de visão da webcam e um leão surge rugindo na tela do computador (Figura 4a) para ilustrar os conceitos de sons graves. Da mesma forma, para ouvir um som de altura aguda, um passarinho aparece assobiando na tela do computador (Figura 4b) ilustrando a emissão de sons agudos.

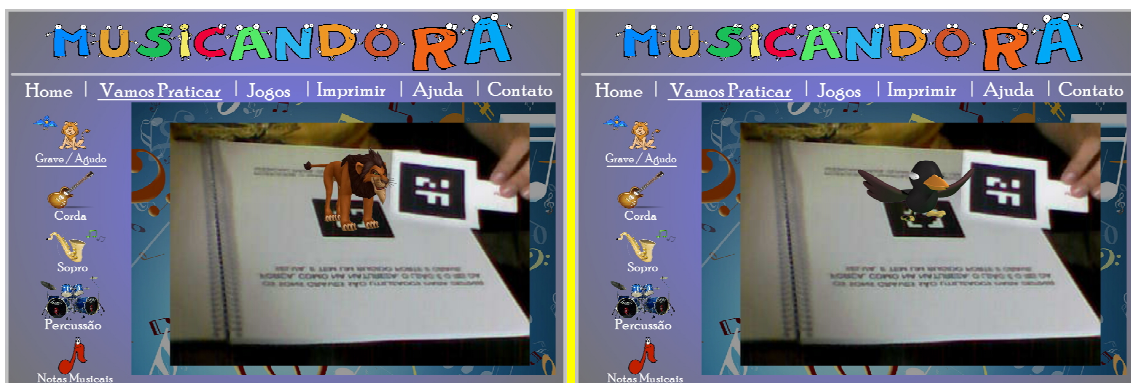


Figura 3. (a) Modelo 3D do leão representando som grave; (b) Modelo 3D do passarinho representando som agudo

Ativar e Desativar Sons: se algum instrumento musical 3D estiver visível na janela do software e, ao introduzir uma placa de controle (iniciar) no campo de visão da webcam (Figura 5), uma pequena melodia, correspondente ao instrumento musical virtual, é executada. Da mesma forma, caso alguma melodia esteja sendo executada, ao introduzir uma placa de controle (parar) no campo de visão da webcam, a melodia será interrompida pelo sistema. As placas estão disponíveis no final do livro para recortar.



Figura 5. Placas de Controle dos sons do MusicandoRA

Transportar, Trocar e Copiar Elementos Virtuais: ao introduzir a placa de controle (transporte) no campo de visão da webcam, é possível transportar um elemento virtual de uma página do livro para outra. Do mesmo modo, a placa de controle (troca) possibilita trocar um elemento virtual por outro. A placa de controle (cópia) possibilita acrescentar uma cópia de um determinado elemento virtual nas páginas do livro.

3.2. Jogos do MusicandoRA

Adivinhar os Sons dos Instrumentos Musicais: trata-se de um jogo cujo objetivo é identificar qual instrumento musical pertence à determinada melodia que estiver sendo executada. O sistema carrega as imagens dos instrumentos musicais (figura 6a) e, em seguida, executa um trecho de uma melodia. O usuário então deve fazer a oclusão do instrumento musical correspondente ao timbre da melodia que estiver sendo executada. Se estiver correto, o sistema emite mensagem de acerto na tela do computador e executa um som de aplausos (figura 6b). No caso de erro, o sistema emite mensagem de erro com um efeito sonoro de erro e solicita ao usuário que tente novamente (figura 6c).



Figura 6. (a) Instrumentos musicais do jogo; (b) Oclusão do instrumento correto; (c) Oclusão do instrumento errado.

Em outro desafio, aparecem diversos instrumentos musicais diferentes em uma mesma página do livro. O usuário deve ouvir as melodias indicadas pelos cartões marcadores no decorrer da página e, com a pá de transporte, deve escolher o instrumento referente ao timbre da melodia e leva-lo até ela. A Figura 7 mostra alguns instrumentos musicais deste jogo.



Figura 7. Instrumentos musicais do jogo dos instrumentos

4. Avaliação do MusicandoRA

Para que o ciclo de desenvolvimento do MusicandoRA pudesse ser finalizado, foi necessário realizar avaliações de usabilidade junto ao público alvo. Segundo Nielsen (2003), o nível de usabilidade de um software é analisado ao se considerar a satisfação do usuário, em uma abordagem que valorize a experiência de uso do mesmo. Softwares desenvolvidos sem o atendimento aos requisitos de usabilidade levam a um desempenho deficiente e a uma redução da qualidade do aplicativo junto aos usuários.

Para tanto, foram feitos testes de uso do MusicandoRA com duas especialistas em educação musical. A primeira especialista é uma professora com experiência com o público infantil e adulto (Figura 8a), e a segunda é musicista e especialista em musicoterapia, ou seja, trabalha com a música como terapia atendendo pessoas de todas as idades (Figura 8b). Para a coleta dos dados, foi aplicado um questionário de

satisfação e interação do usuário baseado no método QUIS (Questionarie User Interaction and Satysfaction) para verificar o nível de satisfação dos usuários e eventuais problemas de usabilidade.



Figura 8. (a) Professora de música conhecendo o MusicandoRA; (b) Musicoterapeuta conhecendo o MusicandoRA

Inicialmente, foi necessário organizar o espaço onde ocorreram os testes. Uma webcam com tripé foi conectada ao notebook sobre uma mesa de modo a fornecer a distância mínima para comportar os cartões marcadores do livro. Em seguida, foi feita uma apresentação do conteúdo pedagógico abordado no livro. Ambas avaliadoras analisaram o material impresso e, fizeram apontamentos com sugestões de correção do conteúdo, como correções de alguns conceitos e organização dos conteúdos.

Em sequência, foram feitas algumas demonstrações de uso do MusicandoRA e foi solicitado que os especialistas interagissem com o mesmo. O teste com o MusicandoRA durou aproximadamente 60 minutos iniciando a partir da montagem do equipamento até o final das discussões com os especialistas e foi registrado por meio de vídeos e anotações. A avaliação foi realizada com base num estudo etnográfico¹ por meio de gravações em vídeo e anotações. Ao interagir com o MusicandoRA, as avaliadoras sugeriram os seguintes ajustes:

1) Marcadores mais intuitivos: os marcadores poderiam ser desenhados de forma a serem mais intuitivos como, por exemplo, desenhar a imagem de um leão ao invés de usar símbolos abstratos; usar a simbologia de notação musical (dó, ré, mi, fá, sol, lá e si) para desenhar os símbolos dos cartões de notas musicais; usar desenhos do próprio instrumento musical nos cartões de instrumentos musicais e assim por diante.

2) Incluir sons de ruídos e vozes humanas: uma das avaliadoras achou interessante se pudesse incluir no livro alguns marcadores que executassem sons de ruídos como, por exemplo, sons de trânsito das cidades urbanas; sons de vozes como em almoços em shoppings e festas; Quando se fala sobre a qualidade do som, na definição de Timbre, seria interessante utilizar como exemplo as vozes humanas, como a voz da mãe e do pai, pois, isso pode favorecer para uma associação mais clara para a criança.

3) Ritmos: o livro aborda assuntos relacionados aos diferentes ritmos musicais como pop, rock e infantil. Segundo as avaliadoras, seria interessante utilizar a placa ativar para

¹ Os estudos etnográficos são realizados quando há um número reduzido de participantes sob análise. Baseiam-se em quatro tipos de métodos de análise de dados: a observação do participante, a entrevista etnográfica, a análise de artefatos e a introspecção (reflexão) do investigador (ATKINSON; HAMMERSLEY, 1994).

ouvir a melodia de cada ritmos tratado no livro. Dessa forma, a criança poderia associar o ritmo musical ao seu nome .

4) Animações: Uma das avaliadoras sugeriu inserir animações de personagens 3D dançando conforme o ritmo da melodia que estiver sendo executada. Dessa forma, é possível estimular a dança dentro ou fora da sala de aula.

5) Harmonia: segundo as avaliadoras, seria interessante criar uma atividade para harmonizar sons, ou seja, tocar dois ou mais sons ou notas musicais ao mesmo tempo.

6) Pontuação: criar um sistema de pontuação nos jogos pode ser estimulante para as crianças. Para isso, seria interessante que a cada jogo, os sons e os instrumentos pudessem ser carregados aleatoriamente para que o usuário se sinta motivado a querer jogar novamente.

Em relação aos aspectos de usabilidade, sugerem-se as seguintes modificações:

- Na tela do software não há nenhum feedback visual que indique ao usuário em que opção do menu ele está. É muito importante que o usuário saiba sua localização na interface.
- Alterar as cores das fontes dos textos de informações do sistema como, por exemplo, o texto de “carregando modelo 3D”, pois, está escura e como pode levar alguns segundos, muitas vezes, o usuário não percebe o que está ocorrendo.
- O elementos que compõem o menu vertical poderia ser organizado e agrupado de acordo com as características em comum como, por exemplo, separar os instrumentos musicais das notas musicais.

5. Conclusões

Este trabalho apresentou a pesquisa e o desenvolvimento de uma interface interativa para apoio ou recurso pedagógico em aulas de iniciação musical. Foram apresentados conceitos teóricos sobre educação musical e o método de desenvolvimento musical proposto por Swanwick e Tillman (1986) para ensino da música. Foi projetado e desenvolvidos um material com atividades interativas para o ensino musical, denominado MusicandoRA.

Conclui-se, após avaliações realizadas com especialistas da área, que as atividades do protótipo desenvolvido podem ser utilizadas para o ensino musical, em grupo ou individual, de crianças e adolescentes, tanto com acompanhamento de educadores, como em casa. As atividades propostas no protótipo podem ser exploradas e adaptadas a diversas situações em sala de aula, de acordo com a necessidade do educador. O uso desta tecnologia pode trazer benefícios para o ensino musical, como maior interesse por parte dos alunos.

Como trabalhos futuros pretendem-se realizar mais avaliações junto ao público-alvo (crianças e adolescentes) nas escolas. O software será disponibilizado na Internet para acesso gratuito para professores e alunos interessados nesta tecnologia.

Referências

- Andujar, J.M.; Mejias, A.; “Augmented Reality for the Improvement of Remote Laboratories: Na Augmented Remote Laboratory”. IEEE Transactions on Education, v. 54, n3, 2011.
- Atkinson, P.; Hammersley, M. “Ethnography and participant observation”. In: Denzin, N. e Lincoln, Y. (Org.). “Handbook of qualitative research”. Newbury Park: Sage, 1994.
- Boulic, R. and Renault, O. (1991) “3D Hierarchies for Animation”, In: New Trends in Animation and Visualization, Edited by Nadia Magnenat-Thalmann and Daniel Thalmann, John Wiley & Sons Ltd., England.
- Brito, T.A. “Música na Educação Infantil – Propostas para a formação integral da criança”. São Paulo: Peirópolis, 2ª Edição, 2003.
- Consularo, L.A.; Calogeno N.J.; Dainese, C.A.; Garbin, T.R.; Kirner, C.; Trindade, J.A. Fiolhais, C. “ARToolKIT: Aspectos Técnicos e Aplicações Educacionais”. In: Cardoso, A.; Lamounier E. (Org.). “Realidade virtual: uma abordagem prática”. São Paulo: Mania de Livro, v. 02, p. 141-183, 2004.
- Corrêa A.G.D. et al. GenVirtual: um jogo musical para reabilitação de indivíduos com necessidades especiais. Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), v. 16, n. 1, p. 10-17, ISSN 1414-5685, 2008.
- Fagundes, L.C.; Voelcker, M.D.; Seidel, S. “Fluência Digital e Ambientes de Autoria Multimídia”. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), v.6, p.1-10, 2008.
- Gainza, H.V. “Estudos de psicopedagogia Musical”. São Paulo: Summus, 1988.
- Garbin, R.T.; Dainese, C.A.; Kirner, C. “Sistema de realidade aumentada para trabalho com crianças com necessidades especiais”. In: Tori, R.; Kirner, C.; Siscoutto, R. “Fundamentos e Tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada”. Livro do Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality, p. 289-297, 2006.
- Howard, W. “A musica e a criança”. São Paulo: Summus, 1984.
- Lopes, R.D. et al. “O uso do computador e da internet em escolas públicas de capitais brasileiros”. In: Fundação Victor Civita: Estudos & Pesquisas Educacionais. Fundação Victor Civita: São Paulo, 2010. p. 275-341.
- Pérez-López, D.; Contero, M.; Alcañiz, M. “Collaborative Development of an Augmented Reality Application for Digestive and Circulatory Systems Teaching”. IEEE Advanced Learning Technologies (ICALT), p. 173-175, 2010.
- Richard, E. et al. Augmented reality for rehabilitation of cognitive disabled children: a preliminary study. Virtual Rehabilitation, p. 102-108, 2007.
- Swanwick, K.; Tillman, J. "The sequence of musical development: a study of children's composition". In: British Journal of Music Education, v. 3, p.305-339, 1986.
- Thomas, R.; John, N.; Delileu, J. “Augmented reality for anatomical education”. Journal of Visual Communication in Medicine, v. 33, n. 1, p.6-15, 2010.