

# **GENVIRTUAL:**

## **UM JOGO MUSICAL PARA REABILITAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM NECESSIDADES ESPECIAIS**

**Ana Grasielle Dionísio Corrêa**

Laboratório de Sistemas Integráveis  
da Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo (LSI-EPUSP).  
anagradi@lsi.usp.br

**Gilda Aparecida de Assis**

Laboratório de Sistemas Integráveis  
da Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo (LSI-EPUSP).  
gildaass@lsi.usp.br

**Marilena do Nascimento**

Associação de Assistência  
à Crianças Deficientes (AACD)  
musicoreab-marilena@aacd.org.br

**Roseli de Deus Lopes**

Laboratório de Sistemas Integráveis  
da Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo (LSI-EPUSP).  
roseli@lsi.usp.br

---

**Resumo:** Os jogos eletrônicos têm sido explorados em diferentes contextos, não somente com fins de entretenimento, mas visando também desenvolver habilidades cognitivas e motoras. O GenVirtual, é um jogo musical em Realidade Aumentada, que possibilita novas formas de interação com o computador, sem o uso de adaptações. Nos aspectos cognitivos, o jogo estimula a atenção, concentração e memorização de cores e sons emitidos a partir de objetos virtuais projetados no mundo real. Nos aspectos físicos, o jogo proporciona o aprendizado motor, que ocorre de acordo com o planejamento da ação motora feito previamente pelo terapeuta. Testes realizados com um especialista na área de reabilitação revelam a importância do GenVirtual como um meio facilitador e motivador no processo de aprendizagem, além de colaborar para a inclusão digital destes indivíduos, contribuindo para a melhoria de sua qualidade de vida.

---

**Palavras-chave:** Educação Especial, Musicoterapia, Jogos Educacionais e Realidade Aumentada.

---

**Abstract:** The electronic games have been explored in many different contexts, not only for entertainment purpose, but also to develop motor and cognitive abilities. GenVirtual is a musical game based on Augmented Reality that allows, new ways of interaction with computers without the need of adapters. In the cognitive context, the game stimulates attention, concentration and memorization of colors and sounds, emitted by virtual objects projected onto the real world. In the physical context, the game allows motor learning, according to the planning made by the therapist. The tests conducted with the therapist that works exclusively with rehabilitation, reveals the importance of GenVirtual as a mean that facilitates and motivates the learning process, beyond collaborating with digital inclusion, which contributes for life quality improvement.

---

**Keywords:** Special Education, Therapy Music, Educational Games and Augmented Reality.

## **1. INTRODUÇÃO**

Estudos sobre a utilização de jogos na educação têm sido foco de pesquisas cada vez mais frequentes no processo de ensino-aprendizagem [1]. Os jogos educativos exploram atividades lúdicas que possuem objetivos pedagógicos especializados para o desenvolvimento do raciocínio e do aprendizado. Em geral, os jogos apresentam diferentes tipos de desafios, que ao serem resolvidos estimulam várias funções cognitivas básicas, tais como atenção, concentração e memória [2],[3]. Os jogos trazem consigo uma nova estruturação do mundo do entretenimento, da informação e da educação. Envolvem, seduzem e divertem, gerando um novo contexto comunicacional, disputando a atenção de crianças, jovens e adultos com outros espaços de lazer, de organização e sistematização do conhecimento, como a escola.

Muitos jogos tradicionais, tais como jogo da memória, siga-sons-e-cores e quebra-cabeças, podem ser explorados para estimular funções cognitivas e motoras de indivíduos com necessidades especiais. Estes jogos visam desenvolver as potencialidades e diminuir as limitações destas pessoas, buscando melhorar e/ou manter habilidades físicas, mentais e sensoriais. Contudo, usuários com deficiência física e/ou cognitiva, muitas vezes, necessitam de adaptações e tecnologias assistivas para interação com o computador [1].

A Realidade Aumentada é uma tecnologia que permite suprir estas limitações, através de softwares que possibilitam novas formas de interação e entretenimento que vão além daquelas realizadas em frente a computadores ou consoles de videogame munidos de webcam, ou seja, sem a necessidade de uso ou adaptação a dispositivos convencionais como joystick, teclado e mouse. Assim, os jogos baseados em Realidade Aumentada permitem que jogadores se desloquem e interajam de diferentes formas no ambiente real, por meio de diferentes dispositivos e tecnologias de comunicação [4].

O presente trabalho visa contribuir para o desenvolvimento educacional de indivíduos portadores de necessidades especiais, através de um jogo musical, em Realidade Aumentada, denominado GenVirtual. O objetivo do jogo, do ponto de vista cognitivo, é estimular a atenção, concentração e memorização de cores e sons emitidos a partir de objetos virtuais projetados no mundo real. Do ponto de vista físico, na visão da estimulação e manutenção física, o jogo proporciona o aprendizado motor, que ocorre de acordo com o planejamento da ação motora feito previamente pelo terapeuta ou do indivíduo que interage com o equipamento. A seqüência dos sons pode ser gerada aleatoriamente ou a partir de uma música já conhecida pelo usuário. A interação com o GenVirtual

ocorre de forma natural. Através das mãos ou dos pés é possível manipular os objetos virtuais projetados no mundo real, dispensando o uso das adaptações.

O diferencial do GenVirtual está na possibilidade de permitir ao terapeuta realizar o “planejamento motor” de cada indivíduo, dependendo de suas limitações físicas. Isto ocorre através da disposição de marcadores sobre a mesa, ou sobre o chão, onde ocorrerá a interação. Segundo a musicoterapeuta da Associação de Assistência à Crianças Deficientes (AACD) de São Paulo, é importante ter a referência do movimento para que seja possível controlar a motricidade do indivíduo, caso contrário, não ocorrerá o aprendizado motor. Por meio da interação com o equipamento também pode vir ser estimulada a concentração, memorização, percepção visual e auditiva, além da coordenação motora.

## **2. REALIDADE AUMENTADA**

O avanço da multimídia e da Realidade Virtual permitiu a integração, em tempo real, de vídeos e ambientes virtuais interativos. A Realidade Aumentada beneficiou-se desse progresso enriquecendo o ambiente real com objetos virtuais 3D, tornando viáveis aplicações dessa tecnologia, tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares [5]. Conceitualmente, Realidade Aumentada é uma tecnologia que combina a “visão” que o usuário possui do mundo real com objetos virtuais projetados em tempo real [6]. Desta forma, objetos virtuais parecem coexistir no mesmo espaço físico que os objetos reais [7].

A Realidade Aumentada permite uma interação segura e agradável, pelo fato de projetar os elementos virtuais no mundo real. Pode-se interagir com os elementos virtuais de forma natural, através das mãos, eliminando dispositivos tecnológicos complexos e tornando as interações mais agradáveis, atrativas e motivadoras [8].

Esta característica da Realidade Aumentada traz vantagens às pessoas com deficiência física, eliminando muitas vezes a necessidade do uso de adaptações nos equipamentos. Na educação especial, é comum o desenvolvimento de adaptações em sistemas, e até mesmo, em equipamentos. Em alguns casos, o usuário pode necessitar de recursos específicos, dificultando o desenvolvimento, e apresentando inclusive, um custo mais elevado para a construção e utilização destes sistemas.

Aplicações em Realidade Aumentada podem fazer uso apenas de um computador e uma webcam convencionais, tornando-as mais acessíveis e de baixo custo. As imagens do mundo real são capturadas pela webcam, e objetos virtuais são sobrepostos ao mundo real.

A interação com os objetos virtuais pode ocorrer através de cartões impressos em papel comum, denominados marcadores fiduciais, contendo símbolos gráficos. Ao reconhecer o marcador, o sistema oferece a possibilidade da ação do usuário, movimentação e modificação do ambiente. Para isso, se faz necessário o uso de um software que tenha capacidade de analisar os dados do mundo real e extrair informações sobre a localização e orientação dos marcadores. Existem diversos softwares para o desenvolvimento de aplicações com esse propósito. O software selecionado para o desenvolvimento do GenVirtual foi a biblioteca ARToolKit.

## 2.2. O SOFTWARE ARTOOLKIT

O ARToolKit é uma biblioteca livre, desenvolvida na linguagem C, que permite aos programadores desenvolver, de forma rápida, aplicações de Realidade Aumentada. Utiliza técnicas de visão computacional para calcular a posição e orientação dos marcadores identificados no cenário real. Imagens do mundo real são capturadas por uma webcam, permitindo sobrepor objetos virtuais nestes marcadores [9].

A Figura 1 mostra o ciclo básico da execução do ARToolKit. Inicialmente a imagem do mundo real é capturada por um dispositivo de entrada de vídeo para dar início à

identificação dos marcadores. A imagem real capturada é transformada em imagem binária. Esta imagem é analisada em busca de regiões quadradas (molduras). Ao encontrar uma região quadrada, a ferramenta calcula a posição e orientação da webcam em relação a esta região buscando identificar figuras específicas, denominadas marcadores. Os marcadores são símbolos distintos e previamente cadastrados através de um treinamento da rede neural interna do ARToolKit para seu reconhecimento efetivo. Uma vez reconhecido o marcador, a ferramenta calcula o ponto exato que o objeto virtual deve ocupar no mundo real e realiza a sobreposição das imagens retornando ao usuário a combinação visual do mundo real e do objeto virtual.

## 3. A REALIDADE AUMENTADA NO CONTEXTO EDUCACIONAL

A Realidade Aumentada permite a criação de aplicações facilitadoras e motivadoras para o aprendizado do usuário, inclusive aqueles com deficiência motora e que não apresentam habilidades para manipular o mouse ou o teclado, mas podem arrastar um objeto com as mãos, com os pés ou com algum dispositivo específico. A interface deve ser planejada para oferecer flexibilidade ao usuário em relação à escolha da ação.

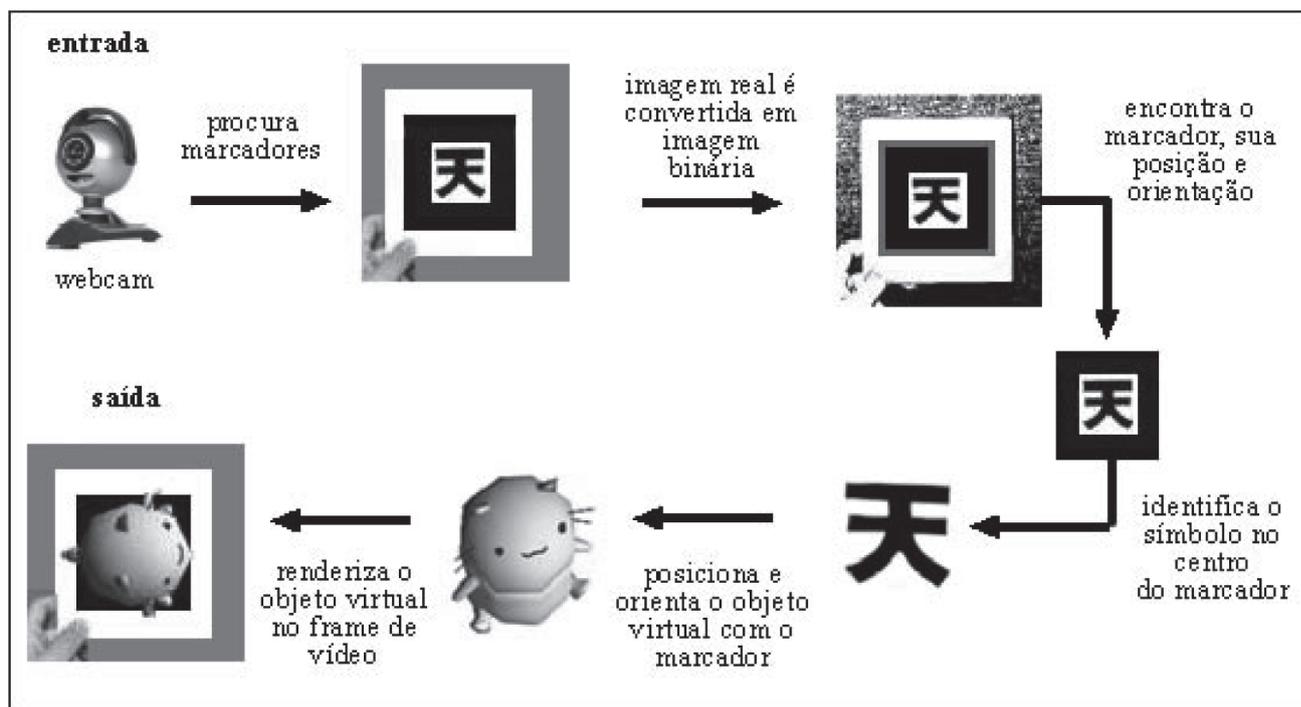


Figura 1: Ciclo básico da execução do ARToolKit [9].

Garbin et al [8], apresentam alguns experimentos com sistemas de Realidade Aumentada para trabalho com crianças portadoras de necessidades especiais. Conforme pode ser observado na Figura 2, os blocos de madeira (marcadores) contém numerais impressos que, quando são

capturados pela câmera, são sobrepostos por objetos virtuais e podem ser visualizados através da tela do computador. Além da interação, este dispositivo permite que a criança desenvolva atividades de atenção, percepção e memorização.



Figura 2: Experimento com imagens virtuais em atividades de matemática [8].

Outro trabalho relevante e com grande potencial educacional é o Jogo das Palavras [4],[10]. O objetivo é fazer a junção de letras para formar palavras e resgatar a imagem através de técnicas de Realidade Aumentada para enriquecer os resultados finais. Conforme pode ser observado na Figura 3, foram desenvolvidos marcadores com letras em seus interiores, e cadastradas combinações de palavras, formando assim marcadores compostos. Quando o usuário forma uma seqüência de letras previamente cadastrada, o ARToolKit mostra um objeto virtual associado àquela combinação. Essas características fazem desse jogo, além de um ótimo entretenimento, uma fonte de aplicações práticas como alfabetização, aprendizado de idiomas, além de permitir desenvolver habilidades motoras para usuários com deficiências motoras.

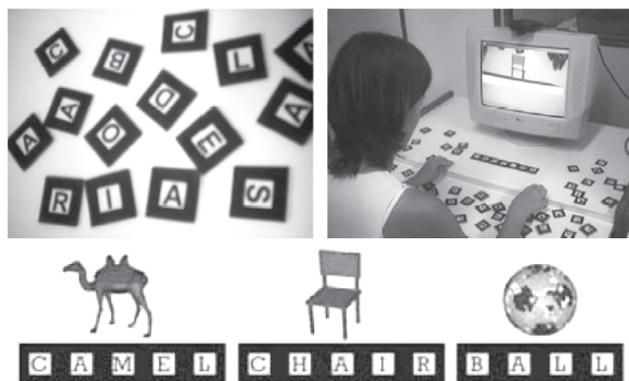


Figura 3: Quebra-cabeças com palavras [4], [10].

Zorzal et al, [11] apresentam outro sistema de Realidade Aumentada para aprendizagem musical, demonstrando três formas de aprendizado, cada uma delas enfocando áreas distintas da música. A primeira forma de aprendizado utiliza oclusão de marcadores para executar sons pré-definidos (Figura 4). Essa execução é guiada pela apresentação de símbolos ao usuário que deverá fazer a oclusão do marcador apropriado, quando o símbolo mostrado atingir um certo ponto fixo do cenário. Assim, uma pequena melodia pode ser executada, capacitando o usuário na percepção rítmica, enquanto utiliza o sistema.

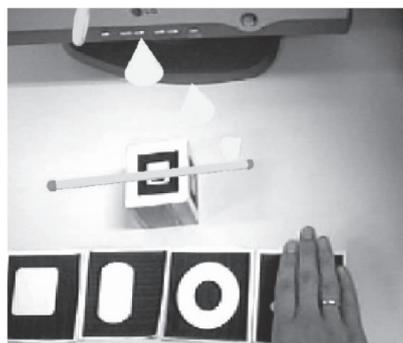


Figura 4: Sistema de Realidade Aumentada para aprendizagem musical [11].

A segunda forma enfoca o aprendizado de leitura musical (Figura 5), baseado em uma notação de pentagrama em branco e um marcador impresso em transparência que é reconhecido diferentemente, de acordo com o posicionamento do marcador na notação em branco. Quando um símbolo é reconhecido, o sistema mostra sua identificação visual e emite o som correspondente, facilitando assim, o aprendizado de leitura e escrita desta notação.



Figura 5: Sistema de Realidade Aumentada para aprendizagem musical [11].

A última aplicação simula um leitor automático de partitura (Figura 6), onde os símbolos podem ser criados em forma de apresentação a partir de um software de fácil usabilidade, como por exemplo, o PowerPoint.

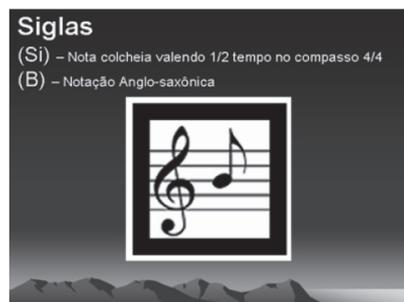


Figura 6: Sistema de Realidade Aumentada para aprendizagem musical [11].

O presente trabalho vem contribuir com uma aplicação educacional em Realidade Aumentada através de um jogo musical. Com base nas referências apresentadas e

nas pesquisas relacionadas ao uso das novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem [4], acredita-se que este jogo possibilite agregar funções além das atividades lúdicas propostas pela maioria dos jogos digitais, promovendo o desenvolvimento da percepção espaço-corporal, adequando a coordenação motora ao ritmo e à expressividade.

#### 4. GENVIRTUAL

O GenVirtual é um jogo musical que possibilita seguir uma seqüência de cores e sons emitidos a partir dos objetos virtuais projetados no mundo real. Segundo a musicoterapeuta da AACD, uma possibilidade de uso seria relacioná-lo com a iniciação musical, desde que contenha um número considerável de sons ou notas musicais. Na música grega ou lira, por exemplo, é possível trabalhar com várias músicas utilizando apenas quatro notas musicais. Entretanto, com apenas estas notas não é possível reproduzir músicas populares brasileiras que são muito utilizadas, tanto em musicoterapia quanto no aprendizado em geral. Na iniciação musical, trabalha-se muito com as cores relacionadas aos sons, e esta característica está sendo explorada no -GenVirtual.

##### 4.1. CONFIGURAÇÕES INICIAIS DO JOGO

Inicialmente é necessário definir o processo de geração da seqüência musical do jogo. Uma seqüência musical é composta por notas musicais (por ex.: Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá, Si), que ao serem arranjadas seqüencialmente, formam uma determinada melodia. Esta seqüência pode ser gerada aleatoriamente ou ser criada por meio de uma melodia conhecida pelo usuário. A Figura 7 mostra o fluxograma inicial do jogo.



Figura 7: Fluxograma com as configurações Iniciais do Jogo.

De acordo com o fluxograma, na opção “gerar notas musicais” basta apenas informar a quantidade de notas necessárias para criar uma seqüência musical. Isto implica

em definir a quantidade de marcadores necessários para a interação. Quanto maior a quantidade de marcadores definidos, maior será a complexidade do jogo. Ao iniciar o jogo, o sistema sorteia as notas musicais (Sol, Sol#, La, La#, Si, Do, Do#, Re, Re#, Mi, Fa, Fa#), gerando uma seqüência musical.

Já na opção “selecionar melodia”, a seqüência musical é gerada por meio de uma melodia (em arquivo MIDI) disponível na “Biblioteca de Melodias” (Figura 8). Neste caso, o sistema mostra as notas musicais diferentes que foram encontradas no arquivo MIDI escolhido e indica o total de marcadores necessários para a interação.

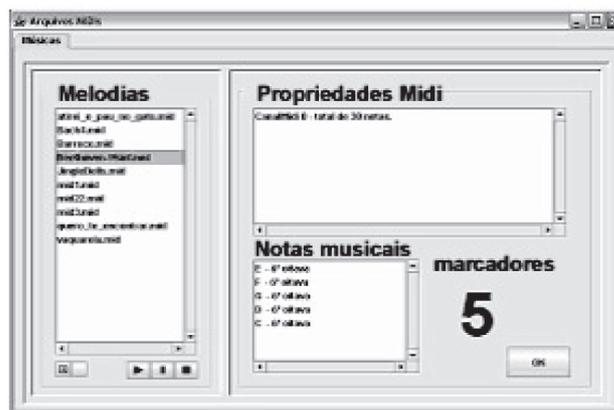


Figura 8: Biblioteca de Melodias do GenVirtual.

O jogo foi implementado visando a utilização de até 12 marcadores simultaneamente (doze notas musicais, de Sol até Fa#). Foi necessário relacionar cada nota musical a um marcador específico. Esta abordagem foi sugerida pela musicoterapeuta de forma que o usuário possa manter a referência da afinação, com o sistema musical em uso.

##### 4.2. PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES MOTORAS

Após gerar a seqüência musical, é necessário iniciar a Captura de Vídeo para reconhecimento dos marcadores e conseqüentemente, a criação dos objetos virtuais para interação. A Figura 9 mostra a projeção dos cubos coloridos nos marcadores. O terapeuta pode criar vários layouts diferenciados e adequá-los a cada tipo de paciente (planejamento motor), dependendo de suas limitações físicas.

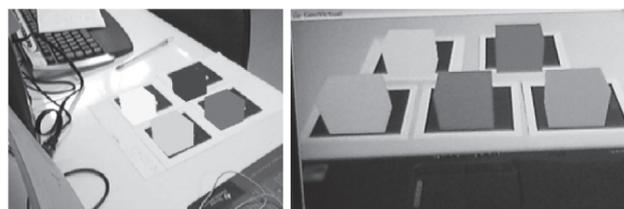


Figura 9: Projeção dos cubos nos marcadores.

De acordo com a Figura 9, a imagem do mundo real foi capturada por uma webcam, e analisada a fim de identificar regiões quadradas. Em seguida, foi calculada a posição e orientação da webcam em relação aos marcadores

encontrados. Uma vez reconhecidos os marcadores, foi calculado o ponto em que cada cubo “objeto virtual” deve ser projetado no mundo real e foi realizada a sobreposição das imagens, combinando o mundo real com cubos virtuais coloridos. Cada cubo é relacionado a uma nota musical.

### 4.3. INTERAÇÃO

Após a definição do processo de geração da seqüência musical, é iniciada a interação com o usuário. Os cubos virtuais “acendem” de acordo com a seqüência musical a ser tocada, e simultaneamente, a nota musical referente àquele cubo virtual é executada. As notas musicais são emitidas uma por vez, e o sistema fica à espera da interação do usuário que deverá obstruir o marcador referente à nota musical emitida. A cada acerto, a seqüência ganha um novo item (nota musical), aumentando o desafio de memória e retenção de informação do jogo. A Figura 10 mostra um exemplo de interação com o GenVirtual, utilizando a melodia “atirei o pau no gato”.

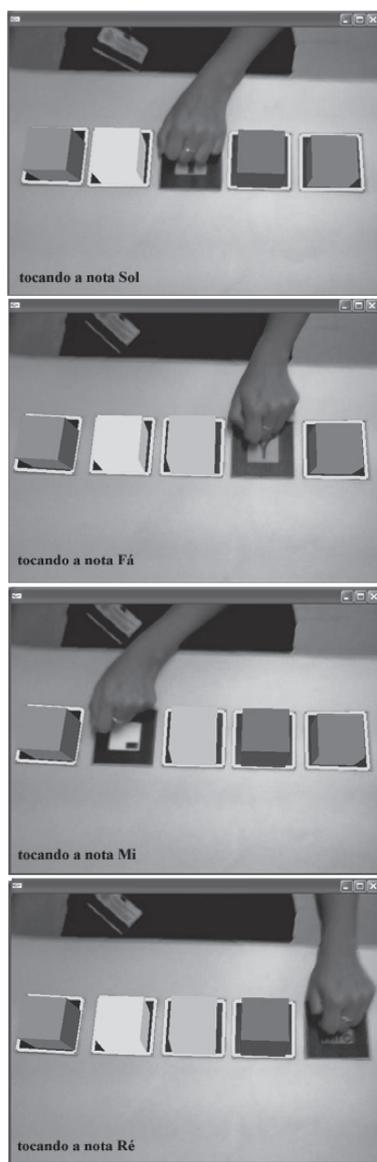


Figura 10: Interação com o GenVirtual.

Como pode ser observado na Figura 10, a interação ocorre apenas com a obstrução do marcador através das mãos, dispensando a utilização de qualquer dispositivo para interação, o que facilita a utilização do jogo por indivíduos com deficiência física. Alguns pacientes com doenças neuromusculares, por exemplo, passam por dificuldades ao manusear os instrumentos musicais convencionais utilizados em musicoterapia. De acordo com os musicoterapeutas, a pessoa que possui perda motora enfrenta logo de início, a perda da dissociação dos dedos, impossibilitando o manuseio de instrumentos musicais convencionais e por consequência a possibilidade de experienciar o “fazer musical” (reprodução e criação musical). Estas limitações, atualmente, são supridas com a utilização de adaptadores em suas intervenções terapêuticas. Na maioria dos casos, em que o nível da dificuldade motora é grande, é necessário o uso de adaptadores, como por exemplo, ponteiras nas mãos para tocar o piano ou teclado eletrônico e fixadores de pandeiro para uso bimanual das mãos, bem como o auxílio do musicoterapeuta para a realização das atividades musicais. O Genvirtual vem contribuir para que estes pacientes experientem novas formas de interação com o computador, sem o uso de adaptações.

## 5. AVALIAÇÃO DO GENVIRTUAL POR UMA MUSICOTERAPEUTA

Os experimentos com o GenVirtual foram realizados com a musicoterapeuta da AACD, Sra. Marilena do Nascimento. Foram utilizados cinco marcadores formados por símbolos e cores respectivos a cada uma das notas musicais (Dó, Ré, Mi, Fá e Sol). A Figura 11, mostra a musicoterapeuta interagindo com o GenVirtual. Foi utilizado um monitor para visualizar a animação dos cubos virtuais. A webcam encontra-se encaixada na parte superior ao monitor para captura das imagens dos marcadores sobre a mesa. Como pode ser observado, a interação ocorre de forma natural, obstruindo os marcadores com as mãos, sem uso de adaptadores.

Após os testes, a musicoterapeuta afirmou que o GenVirtual pode trazer grandes benefícios aos portadores de deficiência, por se mostrar uma ferramenta facilitadora e motivadora o processo de reabilitação. Em seguida, apresentou um possível planejamento para o uso deste sistema em atividades diárias com seus pacientes:

- reprodução de melodias conhecidas;
- percepção visual a partir da representação da nota musical por cores e objetos virtuais;
- percepção auditiva através de atividades de escuta sonora e musical;
- treinamento motor repetitivo e motivado pela resposta sonora identificada como o “fazer musical”;
- motivação o indivíduo a reproduzir e elaborar peças musicais mais sofisticadas ampliando suas funções cognitivas como atenção, concentração e memória.

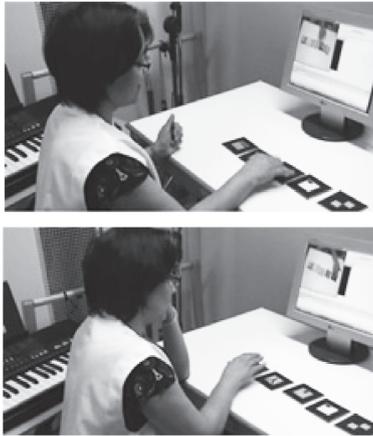


Figura 11: Testes com musicoterapeuta da AACD.

Uma observação feita pela musicoterapeuta é de que os sons gerados pelos marcadores devem ser curtos, sem o ressoar das notas musicais. O ideal é parar o som no momento em que o marcador é desobstruído pela mão. O som do piano é o timbre padrão associado aos marcadores do GenVirtual, mas há a possibilidade de mudar o timbre das notas musicais emitidas pelos marcadores. Para isto, basta adicionar à mesa, um cartão contendo o símbolo do instrumento musical desejado, possibilitando realizar atividades mais prazerosas.

Durante a avaliação, a musicoterapeuta sugeriu uma outra forma de utilização do GenVirtual, não apenas como um jogo da memória, mas como ferramenta de composição musical: “poderíamos utilizar livros de iniciação musical, que trazem melodias escritas no pentagrama em forma de cores. Cada nota musical é representada por uma cor no pentagrama, logo, poderíamos utilizar os marcadores coloridos como instrumentos para criação musical”. A Figura 12 mostra o momento em que a musicoterapeuta discute as possibilidades o processo de utilização do GenVirtual como instrumento para criação musical.



Figura 12: Atividades de reprodução musical com o GenVirtual.

A musicoterapeuta concluiu explanando que o tempo para o aprendizado é longitudinal, iniciando a partir dos elementos mais simples (movimentação motora mínima)

ampliando para as ações mais complexas. Segundo a musicoterapeuta, “isto pode ser facilitado pelo GenVirtual, por permitir realizar o planejamento dos marcadores sobre a mesa de acordo com as limitações físicas de cada indivíduo”.

## 6. ESTUDO DE CASO COM UMA CRIANÇA COM PARALISIA CEREBRAL

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Associação de Assistência à Crianças Deficientes (AACD) de São Paulo, sob a supervisão da musicoterapeuta Marilena do Nascimento. Testes com o GenVirtual foram realizados com uma criança de cinco anos de idade com Paralisia Cerebral [12], [13] e tiveram como objetivo avaliar, em um curto período de tempo, o potencial do GenVirtual na utilização clínica, particularmente nas relações entre a percepção visual e auditiva e a utilização do senso-motor motivado pelo uso dos marcadores coloridos posicionados sobre a mesa.

Este paciente iniciou seu tratamento na AACD quando tinha por volta de 1 anos de idade atualmente aguarda por alta parcial volta de 1 ano de idade. Estima-se que esteja em tratamento por volta de 4 a cinco anos no qual aguarda por alta parcial. Em setembro de 2007 entrou nos serviços de musicoterapia está em processo de alta do setor. A indicação para este setor foi de hiperacusia (excitação auditiva, sensibilidade dolorosa e confusa de certos sons, principalmente os agudos).

As metas a longo prazo para uma criança de 5 anos são iguais: toda criança nesta faixa etária, necessita de estímulos de aprendizado para que complete o ciclo de infância e adolescência, dentro dos critérios acadêmicos. Portanto, toda e qualquer atividade que contemple o aprendizado cognitivo, motor, psicológico-social será de grande valia para toda e qualquer criança. Daí, a importância do GenVirtual como facilitador deste processo.

### 6.1. QUADRO CLÍNICO

O distúrbio causado pela Paralisia Cerebral nesta criança é a disartria, dificuldade de fala devido a distúrbios motores dos órgãos de fonação: língua, lábio, véu palatino, e outros por ocasião de acometimentos bulbares, cerebelares, etc. [14]. O disartrico nem sempre tem déficit cognitivo, mas confunde o não especialista porque sua comunicação verbal é alterada. No caso desta criança, a linguagem oral está comprometida, mas não há comprometimento do sistema cognitivo.

O diagnóstico dos déficits motores desta criança são:

- diparesia espástica: doença que afeta o trato piramidal (fibras nervosas que surgem no cérebro passam pela coluna cervical até os membros motores), afeta mais severamente os membros inferiores que os superiores [15]. Predominância direita conforme avaliação médica;
- controle cervical bom;
- controle de tronco razoável, sem apoio;

- tipo de locomoção: a marcha dependente de apoio (atualmente, está em cadeira de rodas e está iniciando treino para ficar em pé);
- membros superiores de coordenação e dissociação de dedos pobre;
- prognóstico de marcha ( muitas vezes, em caso como este, as crianças chegam apenas na marcha com muletas e na fase adulta acabam em cadeiras de rodas);

## 6.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização deste teste, foi utilizado um monitor para a visualização das animações dos cubos virtuais e cinco marcadores coloridos representando as cinco notas musicais (Dó, Ré, Mi, Fá e Sol). A musicoterapeuta fez um planejamento linear com os marcadores sobre a mesa. Foi necessário fixar os marcadores na mesa, pois o paciente, ao tentar interagir com os marcadores, sempre os movia de lugar, saindo do foco da câmera. A Figura 13 mostra a interface do GenVirtual pronta para o experimento.



Figura 13: Interface do GenVirtual.

A Figura 14 mostra o início dos testes com o paciente na AACD. Inicialmente, a musicoterapeuta mostrou o modo de interação com o GenVirtual, obstruindo os marcadores com as mãos, e em seguida solicitou ao paciente que fizesse os movimentos por ela apresentados.



Figura 14: Testes com o GenVirtual com paciente com Paralisia Cerebral.

O objetivo do planejamento motor linear para este paciente, era estimular o movimento ativo pendular para os

ombros. O paciente então deveria realizar o movimento de flexão do ombro, impulsionando o braço para frente e para trás de forma a obstruir ou aproximar a mão do marcador em foco. Porém, devido a sua dificuldade motora, a criança tentou utilizar o movimento de flexão do punho para obstruir os marcadores: apoiava o punho sobre a mesa e tentava obstruir o marcador com as mãos, sem retirar o punho da mesa, apenas abaixando e levantando o punho sobre o marcador. Este movimento de flexão do punho não desobstruía por completo o marcador, e desta forma, o GenVirtual não reproduzia o som correspondente. O exercício correto era: levar a mão até o marcador, para que a webcam detectasse sua obstrução e assim executar a nota musical correspondente. Em seguida era necessário retirar totalmente a mão do marcador para que a webcam detectasse sua desobstrução. Neste momento, a musicoterapeuta entrevistou e orientou para que ele realizasse o movimento correto com os braços.

Um fato importante ocorrido durante os testes, foi a intervenção da família (tia), que por iniciativa própria, tentou ajudar a criança a descobrir como realizar a interação com o GenVirtual. Sentiu-se entusiasmada e ficou durante 10 minutos ao lado da criança, hora “brincando” com o GenVirtual, hora ajudando-a na interação. Este processo de intervenção familiar, foi importante, pois nota-se que o GenVirtual pode estar a serviço dos pacientes em domicílio, integrando a família, auxiliando em sua recuperação e por conseqüência, contribuindo para melhoria de sua qualidade de vida.

Os testes duraram por volta de 35 minutos. Nos primeiros 5 minutos, houve a intervenção da musicoterapeuta e em a intervenção da família. Aos 15 minutos, a criança já havia aprendido o movimento correto para a interação com o GenVirtual. Por iniciativa própria, começou a utilizar a mão direita para interação (Figura 15), sendo esta mão, a que está mais afetada e que é negligenciada na maioria das outras atividades diárias realizadas pelo paciente.



Figura 15: Testes com a mão direita do paciente.

## 7. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Os testes preliminares com uma criança portadora de Paralisia Cerebral mostraram que o GenVirtual pode estar a serviço de intervenções terapêuticas por contemplar o aprendizado cognitivo, motor, psicológico-social, além de estimular a musicalidade. Dado que se baseia em plataforma computacional convencional, o GenVirtual já está em condições de ser utilizado em ambiente domiciliar, com o objetivo de integrar a família em atividades de assistência

domiciliar focando na manutenção motora e cognitiva de indivíduos com necessidades especiais, contribuindo para a melhoria de sua qualidade de vida.

O conceito de qualidade de vida mais utilizado é o da Organização Mundial da Saúde [16] que descreve: “saúde não é só a ausência de doença mas a percepção individual de um completo bem estar físico, mental e social”. Encontrou-se na literatura outras dimensões envolvidas para conceituar qualidade de vida. Os cinco maiores domínios considerados pelos autores são: estado físico e psicológico, interações sociais e fatores econômicos, estado espiritual ou religioso. Portanto, a qualidade de vida estaria diretamente relacionada ao bem estar e satisfação nestes grandes domínios [17].

Na continuidade deste trabalho, pretende-se efetuar mais iterações no ciclo de prototipação adotado para o software GenVirtual e prosseguir realizando testes de usabilidade. Caso esses testes sejam satisfatórios, será

definido um protocolo de tratamento usando o GenVirtual com pacientes da AACD com diferentes níveis de déficits cognitivos e motores. Neste protocolo serão definidos o número de intervenções, frequência e duração das mesmas e como será feita a avaliação da eficácia do tratamento. Os resultados dos testes serão analisados, comparados e discutidos para futuras publicações. Pretende-se investigar questões relativas ao aproveitamento adequado dos resultados das avaliações de cada protótipo no projeto, para o aprimoramento contínuo do sistema aqui apresentado.

Pretende-se também criar novos cenários para que o paciente possa se envolver em atividades de criação, improvisação e reprodução musical tais como, composição e reprodução de melodias, escuta sonora e musical, além de jogos de improvisação e o atual jogo de memória musical GenVirtual, bem como a observação do registro e a avaliação das atividades por um especialista qualificado.

## REFERÊNCIAS

- [1] C. A. Dainese, T. R. Garbin, C. Kirner, R. San-tin. Aplicações Multimídia com Realidade Au-mentada. In: Tecnologias, Aplicações e Metodo-logias para Web e para Sistemas Multimídia. 1ª ed., Minas Gerais, v. 3, páginas 31-60, 2005.
- [2] R. M. E. Costa, L. A. V. Carvalho, O uso de jogos digitais na Reabilitação Cognitiva. In: Workshop de Jogos Digitais na Educação, Mi-nas Gerais, páginas 19-21, 2005.
- [3] R. Rieder, E. Zanelatto, J. Brancher. Observação e análise da aplicação de jogos educacionais bidimensionais em um ambiente aberto. *Journal of Computer Science*, vol 4, n. 2, páginas.63-71, 2005.
- [4] E. R. Zorzal, A. Cardoso, C. Kirner, E. Lamou-nier. Realidade Aumentada Aplicada em Jogos Educacionais. In: V Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006.
- [5] R. Tori C. Kirner, R. Siscouto. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. In: VIII Symposium on Virtual Reality. Pará, páginas 22-38, 2006.
- [6] R. T. Azuma. Recent Advances in Augmented Reality. In: Presence Teleoperators and Virtual Environments. In: IEEE Computer Graphics and Applications, v .21, n.6, páginas 355-385, 2001.
- [7] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, F. Ki-shino, Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. SPIE Vol. 2351, Telem manipulator and Telepresence Tech-nologies, páginas 282-292, 1994.
- [8] T. R. Garbin, C. A. Dainese, C. Kirner. Sistema de Realidade Aumentada para trabalho com Crianças Portadoras de Necessidades Especiais. In: Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Livro do Pré-Simpósio VIII Symposium Virtual Reality, Pará, páginas 289-296, 2006.
- [9] C. Geiger, T. Schmidt, J. Stocklein. Rapid De-velopment of Expressive AR Applications. In: International Symposium on Mixed and Aug-mented Reality (ISMAR), USA, páginas 292- 293, 2006.
- [10] C. Kirner, E. R. Zorzal, T. G. Kirner. Case Stud-ies on the Development of Games Using Aug-mented Reality. In: IEEE International Confer-ence on Systems, Man, and Cybernetics, Taiwan, páginas 1636-1641, 2006.
- [11] E. R. Zorzal, A. A. B.Buccioli, C. Kirner. O uso da Realidade Aumentada no Aprendizado Musi-cal. In: Workshop de Aplicações de Realidade Virtual, Minas Gerais, 2005.
- [12] A. Bobath. A deficiência motora em pacientes com paralisia cerebral. Editora Manole, São Paulo, 1989.
- [13] A. M. C. Souza, I. Ferraretto. Paralisia cerebral: aspectos práticos. Editora Memnon, 2ª ed., São Paulo, 1998.
- [14] L. Manuila, M. Nicoulin A. Manuila. Dicionário medico Andrei. Editora Andrei, São Paulo, 1997.
- [15] K. Yokochi, K. Aiba, K. Inukai, S. Fujimoto, M. Kodama, K. Kodama. Magnetic resonance imag-ing in children with spastic diplegia: correlation with the severity of their motor and mental ab-normality. *Develop Med Child Neurol*. Vol 33, páginas 18-25, 2001.
- [16] World Health Organization. Accessed in January of 2007. Disponibilized in: <http://www.who.int/en>
- [17] J. A. Levy. Reabilitação em doenças neurológi-cas. Editora atheneu, São Paulo, 2003.