

O USO DA TECNOLOGIA DE REALIDADE AUMENTADA NO APOIO AO PROCESSO DE REABILITAÇÃO EM SESSÕES DE MUSICOTERAPIA

Ana Grasielle Dionísio Corrêa

Professora da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), Mestre em Engenharia Elétrica pela Escola politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e Bacharel em Engenharia da Computação pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB).

anagradi@lsi.usp.br

Irene Karaguilla Ficheman

Gerente de Projetos do Laboratório de Sistemas Integráveis da Universidade de São Paulo (USP), Doutora pela Escola politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e Bacharel em Ciência da Computação e Matemática pela Universidade de Tel Aviv em Israel.

irene@lsi.usp.br

Marilena do Nascimento

Musicoterapeuta e Especialista em Medicina Comportamental. Supervisora do setor de Musicoterapia da Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD)

mnascimento@aacd.org.br

Roseli de Deus Lopes

Professora Livre-Docente do Departamento de Engenharia Elétrica da Escola politécnica da Universidade de São Paulo (USP). roseli@lsi.usp.br

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo investigar as contribuições de uma ferramenta de Realidade Aumentada utilizada em sessões de Musicoterapia na reabilitação. Participaram desta pesquisa três pacientes com Paralisia Cerebral e um musicoterapeuta. Inicialmente, foi feita uma avaliação de aplicabilidade da tecnologia em intervenções de Musicoterapia. O objetivo da pesquisa era familiarizar o musicoterapeuta com a ferramenta e verificar a possibilidade de uso em sessões de Musicoterapia. Nesta etapa inicial, o musicoterapeuta criou um planejamento de atividades musicais que podem ser realizadas com seus pacientes com o apoio da ferramenta. Em seguida, foram feitos experimentos de uso da ferramenta com os pacientes em tratamento no setor de Musicoterapia da AACD. As atividades foram desenvolvidas em três sessões com duração de 30 minutos cada uma e foram registradas por meio de imagens e vídeos. Os dados foram coletados por meio de questionários de satisfação e motivação dos usuários (pacientes, cuidadores e musicoterapeutas). A análise dos dados permitiu constatar os benefícios que esta ferramenta trás para apoiar intervenções musicoterapeúticas, aumentando a motivação e satisfação dos usuários além de facilitar o “Fazer Musical” de pessoas com deficiência física que possuem dificuldades em manusear os instrumentos musicais convencionais.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade Aumentada, Reabilitação Motora e Cognitiva, Paralisia Cerebral, Musicoterapia.

USE OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN SUPPORT OF REHABILITATION PROCESS IN MUSIC THERAPY SESSIONS

ABSTRACT

The goal of this research is to investigate the contributions of an augmented reality musical software used in Music Therapy sessions in rehabilitation. Three patients participated in this study as well as a music therapist. Initially, an assessment was made for the use of technology in music therapy interventions. The aim was to acquaint the music therapist with the tool and check the possible use in music therapy interventions. At this stage, the music therapist created musical activities' planning that could be developed with her patients. Next, experiments were performed using the software with patients in treatment in the Music Therapy. Activities were conducted in three 30 minutes sessions. The activities were recorded thru images and video. Data was collected with a user satisfaction and motivation questionnaire (patients, caregivers and music therapist). Data analysis allowed to see benefits of this software supporting music therapy interventions, increasing users' motivation and satisfaction, and facilitating music-making of people with physical disabilities who have difficulty handling conventional musical instruments.

KEY-WORDS: Augmented Reality, Motor and Cognitive Rehabilitation, Cerebral Palsy, Music Therapy.

O USO DA TECNOLOGIA DE REALIDADE AUMENTADA NO APOIO AO PROCESSO DE REABILITAÇÃO EM SESSÕES DE MUSICOTERAPIA

INTRODUÇÃO

A música é capaz de despertar as mais variadas emoções no ser humano. Ao escutar música, o ouvido transforma os sons em estímulos elétricos que chegam ao cérebro provocando o aumento da produção de endorfina. Este hormônio, por sua vez, causa sensação de bem-estar e relaxa o corpo, diminuindo os batimentos cardíacos e a pressão arterial (1). A influência fisiológica e psicológica dos sons no cérebro pode proporcionar a distração da dor, do desconforto e da ansiedade, que muitas vezes está associada a alguma incapacidade física (2). Na literatura, é possível encontrar comprovações científicas sobre os benefícios da música no tratamento de diversas doenças (3), no alívio de dores crônicas (4) e na recuperação pós-cirúrgica (5).

Ao longo da história, a música vem sendo utilizada de inúmeras formas e para diversos fins, seja como forma de expressão, comunicação, interação, fonte de meditação, de lazer, de renda, seja como auxílio no processo de prevenção, restauração e reabilitação da saúde. Considerando este último, tem-se como referencial a Musicoterapia (6). Trata-se de uma área que utiliza a música e seus elementos (som, ritmo, melodia e harmonia) por um profissional qualificado, com um paciente ou grupo, no processo musicoterapêutico para facilitar e promover a comunicação, relação, aprendizagem, mobilização, expressão, organização e outros objetivos terapêuticos relevantes para alcançar necessidades físicas, emocionais, mentais, sociais e cognitivas (7).

O processo musicoterapêutico pode desenvolver-se de acordo com várias abordagens e métodos, sendo os mais comuns: improvisação, recriação e composição musical, audição sonora e musical e imitação musical (8). Atividades de recriação e composição musical quando envolvem a execução de instrumentos musicais, por exemplo, podem aumentar o rendimento em sessões de reabilitação motora, quando os exercícios físicos regulares se tornam repetitivos e cansativos (9). Essas atividades podem despertar o interesse do indivíduo para uso dos membros superiores (braços, mãos e dedos) e proporcionar estabilidade de tronco, melhorando a amplitude do movimento motor fino ou grosso (9).

Durante estas atividades, muitas vezes, faz-se necessário o uso de instrumentos musicais adaptados às necessidades físicas do paciente com o intuito de auxiliá-lo no manuseio (10), (11). Ao adaptar instrumentos, introduzir posturas, investir em equipamentos no setor de Musicoterapia, o terapeuta contribui diretamente para a melhora de desempenho numa área que aplica estratégias diferenciadas para ganhos motores (destreza manual e outros), melhora da comunicação e da fala e, principalmente, da auto-estima (10), (11).

Os pacientes atendidos no setor de Musicoterapia da Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD), por exemplo, possuem graus de deficiência física variados, dos mais leves aos mais graves, necessitando de equipes especializadas que contribuam para a melhor adaptação dos procedimentos e tecnologias às necessidades dos pacientes. Algumas adaptações tecnológicas são feitas sob encomenda pelo musicoterapeuta e, portanto, em pequenas quantidades para o setor (6), (10), (11). Algumas vezes, um respectivo recurso (adaptador de prática instrumental) atende apenas às necessidades de uma determinada incapacidade física, sendo que para outras, este mesmo recurso pode parecer desconfortável. Outro fator relevante é o custo para fabricação e aquisição do recurso adaptativo. É recomendável para muitos pacientes dar continuidade ao tratamento de Musicoterapia em domicílio. Entretanto, muitos pacientes não possuem recursos financeiros para adquirir instrumentos musicais adaptados. Por esta razão, faz-se necessário investigar como as novas tecnologias poderiam contribuir para melhorar e diversificar as formas de adaptação dos recursos sonoros e, conseqüentemente, ampliar as estratégias das intervenções musicoterapêuticas tanto em centros de reabilitação quanto em domicílio.

Tendo em vista a característica facilitadora da tecnologia de Realidade Aumentada, em termos de interação homem-máquina, buscou-se nesta pesquisa criar, desenvolver e testar uma ferramenta musical que possibilite realizar as atividades musicoterapêuticas sem uso de adaptadores nas mãos. Neste artigo são apresentados os resultados das avaliações de uso da ferramenta junto ao público-alvo (terapeutas e pacientes).

ELEMENTOS MUSICAIS

Para o melhor entendimento dos textos subseqüentes, faz-se necessário uma breve definição de alguns elementos que compõe o universo musical.

Música pode ser definida como uma sucessão de sons e silêncios organizados com equilíbrio e proporção ao longo do tempo (12). As características do som não podem ser interpretadas com sendo a própria música, mas a passagem do sonoro ao musical se dá pelo relacionamento entre os sons (e seus parâmetros) e o silêncio (13).

São propriedades do som (12), (13):

- **Altura** - diferente entoação das notas (grave, médio ou agudo). Por exemplo, as notas do começo e as notas do final da escala do piano se diferenciam pela altura.
- **Duração** - espaço de tempo em que soa o som.
- **Intensidade** - propriedade do som ser fraco ou forte (volume).
- **Timbre** - é a qualidade pela qual um som se diferencia de outro da mesma altura. Por exemplo, a mesma nota musical tocada por um piano e por um violão possui timbres diferentes.

São elementos da música (12), (13):

- **Melodia** - sucessão de sons seqüenciais (Ex. uma nota por vez) repetindo ou variando tempo, altura e intensidade.
- **Harmonia** - seqüência de sons combinados simultaneamente formando acordes.
- **Ritmo** - divisão ordenada do tempo, pulsação, batida.

Nota Musical é definida pelo número de repetições de uma forma de onda do espectro sonoro audível em um segundo (12). Musicalmente, é um sinal gráfico que representa a altura e a duração dos sons musicais. O número de repetições de uma forma de onda por segundo é definido como freqüência do sinal que é fornecida em Hertz (Hz). As Notas Musicais se organizam em ordem gradual de altura (escala), tanto na ordem ascendente ou descendente. Na ordem ascendente o som vai se tornando mais agudo (alto). Na ordem descendente o som vai se tornando mais grave (baixo).

Pauta Musical ou Pentagrama é a estrutura usada para a notação musical, constituída pelo conjunto de cinco linhas paralelas e equidistantes formando entre si quatro espaços (12), (13). As linhas e espaços são contados de baixo para cima. São nestas linhas e espaços que se escrevem as notas dos sons musicais.

Para convencionar o posicionamento das Notas Musicais no Pentagrama usa-se um sinal chamado Clave que se coloca no princípio da pauta. Existem três tipos de claves (12), (13):

- **Clave de Sol** - usada para os sons agudos. Determina que a nota sol esteja na segunda linha do Pentagrama, portanto, define-se o posicionamento de todas as outras notas dispostas em ordem.
- **Clave de Fá** - usada para sons graves. Determina a localização da nota Fá na quarta ou terceira linha, sendo a primeira a mais usada.
- **Clave de Dó** - usada para sons médios. Determina a localização da nota Dó, anotada na primeira, segunda, terceira e quarta linha. A mais usada é na terceira linha.

DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA

A Realidade Aumentada possibilita sobrepor objetos virtuais, gerados por computador, num ambiente real, gerando um ambiente misturado que pode ser observado, em tempo

real, por meio de algum dispositivo tecnológico de visualização (14), (15). A ferramenta aqui descrita é uma aplicação de Realidade Aumentada integrada aos elementos sonoros e musicais e, portanto, é constituída por diversos componentes gráficos e sonoros.

Com relação às tecnologias de *hardware* utilizadas (Figura 1), a aplicação requer um computador pessoal (*desktop* ou *laptop*) equipado com alto-falantes e uma *webcam* equipada com tripé. Com relação às tecnologias de *software* foram utilizadas cinco bibliotecas:

- **Software Development Kit (SDK) VideoLib** – biblioteca usada para manipulação dos parâmetros e fluxos de vídeos.
- **ARToolkit** – *software* de rastreamento ótico usado para calibração da *webcam* e detecção de marcadores que fazem parte do cenário da aplicação.
- **Microsoft Foundation Class Library (MFC)** – biblioteca usada para gerenciamento da interface gráfica com o usuário. Possui uma coleção de classes usadas em programação orientada a objetos que podem ser usadas para construir interfaces.
- **OpenAL (Open Audio Library)** – biblioteca multiplataforma desenvolvida para manipular arquivos de áudio multicanal tridimensional.
- **OpenGL** – biblioteca para manipulação de rotinas gráficas e de modelagem, bidimensional (2D) e tridimensional (3D).

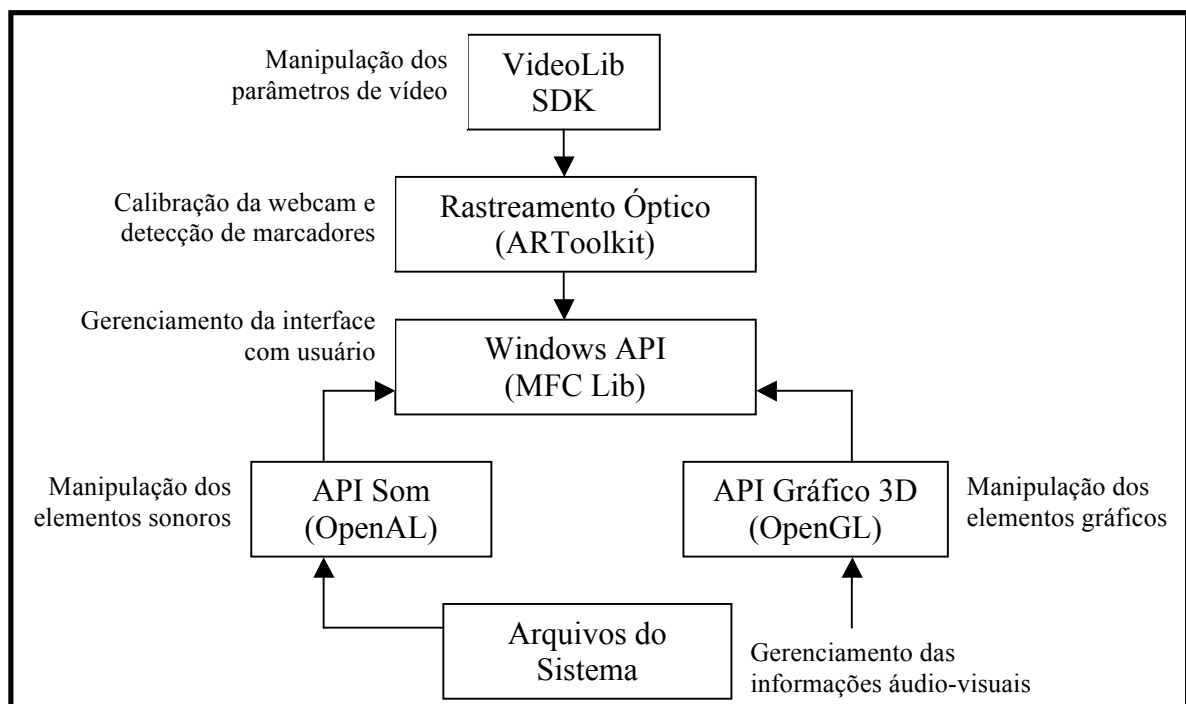


Figura 1 – Componentes de *hardware* e *software*

A Figura 2 mostra o ciclo básico de funcionamento da ferramenta desenvolvida.

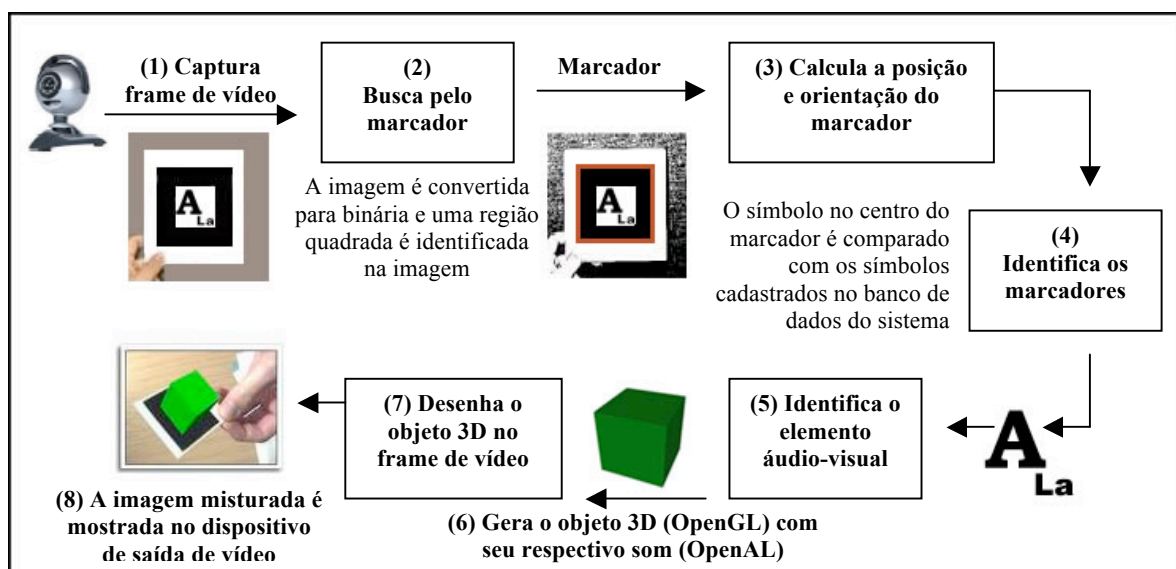


Figura 2 – Ciclo básico de funcionamento da ferramenta

1. Inicialmente, uma *webcam* conectada ao computador, captura imagens do mundo real (frames de vídeo).
2. As imagens são convertidas em imagens binárias (preto e branco). Estas imagens são processadas pelo *software* ARToolkit em busca de regiões quadradas.
3. Ao encontrar uma região quadrada, o *software* calcula a posição e orientação deste quadrado em relação à *webcam*.
4. O *software* identifica o símbolo que está desenhado no centro do quadrado e verifica se o símbolo encontrado está cadastrado no banco de dados do sistema.
5. Caso tenha identificado o símbolo no banco de dados, o *software* verifica qual elemento áudio-visual está associado a este símbolo.
6. É utilizada a biblioteca OpenGL para criar o elemento gráfico 3D e a biblioteca OpenAL para gerar o evento sonoro respectivos ao símbolo identificado.
7. O *software* ARToolkit sobrepõe a imagem do elemento áudio-visual (imagem virtual) sobre o frame de vídeo capturado em tempo real (imagem real).
8. As imagens misturadas são enviadas ao dispositivo de saída de vídeo para visualização.

Neste trabalho é adotado o termo “Cartão Musical” ao invés de “marcador”, pois, os identificadores dos cartões são (em sua maioria) símbolos musicais impressos em suas faces. Os símbolos musicais se dividem em Notas Musicais e Instrumentos Musicais. As Notas Musicais são representadas por notações musicais, como por exemplo, o uso das palavras (Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si), e os Instrumentos Musicais pelas imagens dos próprios instrumentos (Figura 3).

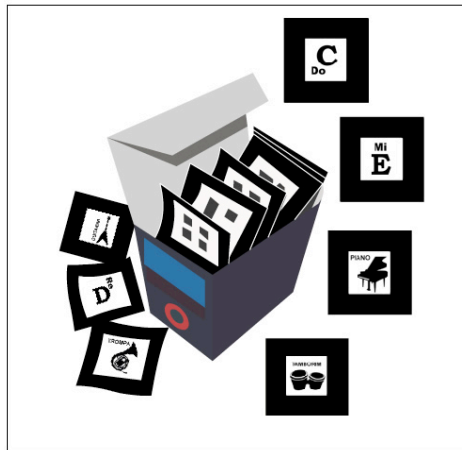


Figura 3 – Cartões Musicais

Cada Cartão Musical origina um objeto 3D que é associado a uma Nota Musical (elemento áudio-visual). Cada objeto 3D possui uma cor diferente, ou seja, cada Nota Musical é representada por uma cor. Para visualizar os objetos 3D, o usuário deve posicionar os Cartões Musicais no campo de visão da *webcam* (Figura 4a). Para percudir os sons dos elementos áudio-visuais, o usuário deve “tocar” nesses elementos.

O Timbre do piano, na escala de Dó Maior, é usado como padrão das Notas Musicais. Mas pode-se alterar o Timbre colocando-se, no campo de visão da *webcam*, o cartão com a imagem do Instrumento Musical desejado (Figura 4b). Neste momento, o Timbre de todas as Notas Musicais é alterado automaticamente. Pode-se também alterar a escala das Notas Musicais utilizando seus respectivos cartões referentes às escalas musicais.

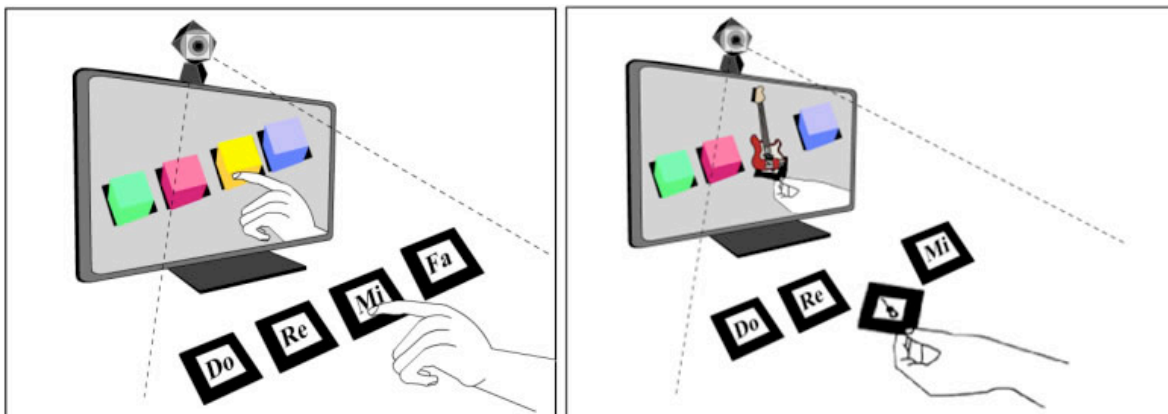


Figura 4 – a) Interação; b) Trocando o Timbre das Notas Musicais

Além dos Instrumentos Musicais de corda e sopro, a ferramenta dispõe de uma lista de Instrumentos Musicais de percussão como caixa, prato, tambor, pandeiro, cuíca, tamborim, e triângulo. Cada um destes instrumentos possui seu Cartão Musical respectivo. A ferramenta ainda possui outros recursos:

- **Gravação de áudios:** é possível gravar o desempenho dos usuários/pacientes durante a execução das atividades musicais. Para iniciar esta função é utilizado o Cartão Musical cujo símbolo é um microfone.

- **Execução de áudios gravados:** é possível ouvir uma gravação feita pelo usuário/terapeuta/paciente, caso esteja armazenada no sistema. Para iniciar essa função é utilizado um cartão contendo o símbolo de uma Clave de Sol.
- **Cronometro das tarefas:** é possível cronometrar o tempo das tarefas realizadas pelo usuário/paciente. Para iniciar esta função é utilizado o Cartão cujo símbolo é um relógio.
- **Jogo da memória:** a aplicação dispõe de um jogo de siga-sons-e-cores. O usuário/terapeuta pode escolher as Notas Musicais, o Timbre, a Escala Musical e criar o planejamento da ação motora do usuário/paciente (posicionamento dos cartões musicais na mesa). O sistema sorteia a seqüência dos sons aleatoriamente e o usuário/paciente deve tentar reproduzi-las. A cada acerto, a seqüência ganha um novo item (Nota Musical), aumentando o desafio de memória e retenção de informação do jogo.
- **Pentagrama:** é possível acionar um pentagrama (Clave de sol) na tela do computador. Este Pentagrama traz melodias escrita em forma de cores (bolinhas coloridas). Dessa forma, o usuário/paciente pode tentar reproduzi-las executando os sons dos cubos coloridos na ordem em que as bolinhas coloridas aparecem no Pentagrama.

Para percutir o som de uma Nota Musical, qualquer que seja seu Timbre, o usuário/paciente pode efetuar movimentos desde um simples ralar dos dedos (Figura 5a e 5b) até uma batida com as mãos fechadas em forma de punho sobre os Cartões Musicais (Figura 5c). Esta característica da ferramenta musical facilita a interação por parte daqueles indivíduos com atrofia dos músculos onde há dificuldade de dissociar os dedos das mãos e que, por conseqüência, é recomendado o uso de adaptadores nas mãos.

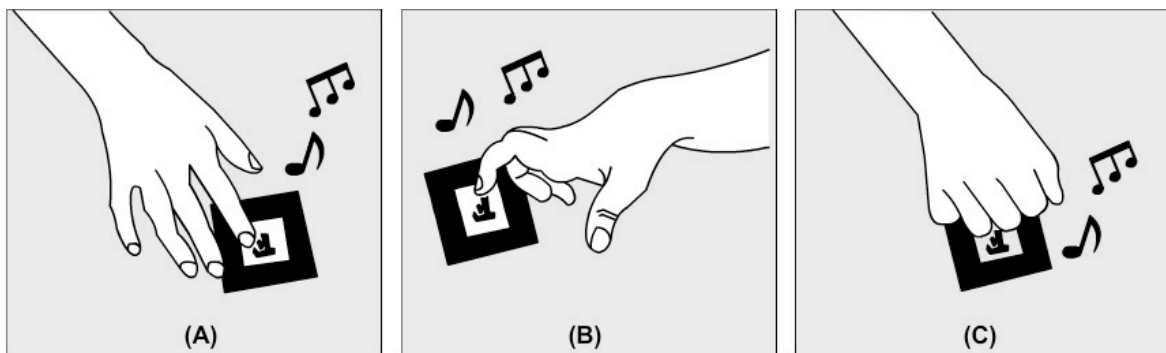


Figura 5 – Cartões Musicais para interação com o sistema

AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA EM SESSÕES DE MUSICOTERAPIA

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da AACD sob protocolo n° 089/2010. A metodologia foi dividida em duas etapas: a) avaliação da aplicabilidade da ferramenta por um musicoterapeuta para elaboração das indicações e estratégias de uso da mesma; b) aplicação da ferramenta com pacientes enquadrados no tratamento de reabilitação motora no setor de Musicoterapia da AACD.

Primeira Etapa - Avaliação de Aplicabilidade da Ferramenta pelo Usuário/Terapeuta

A ferramenta foi apresentada na sala de musicoterapia da AACD num monitor de vídeo de 17" conectado a um computador Pentium 4, 512 MB RAM e uma *webcam* LG conectada a um tripé. Foram utilizados quinze cartões (6cm x 6cm): sete cartões de notas musicais (Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si), três de instrumentos musicais (corda percutida, o piano, o violão e a guitarra), um instrumento musical de sopro (flauta) e quatro instrumentos musicais de percussão (caixa, prato, tambor e pandeiro).

Inicialmente foi feita uma demonstração de uso dos recursos da aplicação e das formas de interação com os Cartões Musicais. Em seguida, foi solicitado que o musicoterapeuta interagisse livremente com a aplicação. O objetivo foi familiarizá-lo com a tecnologia de Realidade Aumentada e verificar a aplicabilidade da ferramenta como instrumento de apoio à reabilitação motora e cognitiva em sessões de Musicoterapia. A Figura 6 mostra o momento em que a musicoterapeuta avaliou a ferramenta.

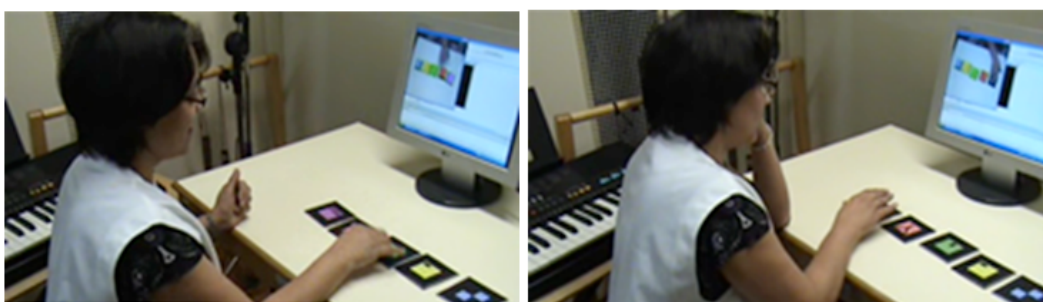


Figura 6. Avaliação da ferramenta no setor de Musicoterapia da AACD

O experimento durou aproximadamente 90 minutos iniciando a partir da montagem do equipamento na sala de Musicoterapia, demonstração de uso dos recursos da ferramenta, uso da ferramenta por parte do musicoterapeuta e discussões sobre as potenciais formas de uso em Musicoterapia. Após a avaliação, foram feitos ajustes no software para adequar os requisitos solicitados pela musicoterapeuta. Os resultados deste experimento são apresentados na próxima seção.

A Tabela 1 mostra os resultados da análise dos dados obtidos no experimento realizado na primeira etapa. O musicoterapeuta listou seis possíveis atividades indicadas para uso da ferramenta em sessões de Musicoterapia.

Tabela 1. Indicações de uso da ferramenta em sessões de Musicoterapia

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
PERCEPÇÃO VISUAL	Possibilidade de interação com os sons representados por cores e formas e imagens de instrumentos musicais em 3D.
PERCEPÇÃO AUDITIVA	Possibilidade de interação com a escuta sonora das Notas Musicais em diferentes Timbres por meio da execução reprodução de diversas melodias.
REPRODUÇÃO MUSICAL	Pode-se trabalhar com a reprodução de melodias conhecidas pelo paciente. A reprodução pode ocorrer de duas formas: a) reproduzindo melodias conhecidas e memorizadas pelo paciente; b) reproduzindo melodias escritas nos Pentagrama que trazem a representação das Notas Musicais em forma de cores.
COMPOSIÇÃO MUSICAL	Atividades de autoria onde o paciente ou o terapeuta podem criar melodias inéditas. Estas melodias podem ser gravadas por um

	recurso de gravação sonora disponível na ferramenta.
IMITAÇÃO MUSICAL	Interações com o modelo eco-ritmo. Paciente imita uma determinada sequência musical executada pelo terapeuta e vice-versa.
PLANEJAMENTO MOTOR E COGNITIVO	Desenvolver modelos individualizados de exercícios físicos e motores por meio da disponibilização dos Cartões Marcadores sobre a mesa. A adição e subtração dos cartões na mesa podem aumentar ou diminuir a carga cognitiva das tarefas, com novos desafios musicais.

Segunda Etapa - Aplicação da ferramenta com os Usuários/Pacientes

Três pacientes com Paralisia Cerebral foram selecionados para esta pesquisa. Os critérios de inclusão foram: indivíduos enquadrados no programa de reabilitação para membro superior (MMSS) e ter idade mínima de cinco e máxima de sete anos. Os critérios de exclusão foram: indivíduos com baixa cognição, com intercorrências clínicas e com baixa aderência ao tratamento de reabilitação.

Os pacientes e seus cuidadores foram informados sobre os objetivos e os procedimentos da pesquisa. Foi solicitado aos cuidadores que preenchessem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para que os experimentos pudessem ser registrados através de fotos e vídeos.

Os experimentos foram feitos individualmente, na sala de musicoterapia, e com duração de 30 minutos cada. O participante foi adequadamente posicionado sentado, em frente a uma mesa, sobre a qual estavam os equipamentos que compõe o sistema: cartões marcadores, um monitor de vídeo, uma *webcam* conectada a um tripé e caixas amplificadoras de som.

A coleta de dados foi feita com uso de questionários para avaliação da satisfação da interação do usuário (*Questionnaire for User Interaction Satisfaction - QUIS*). O questionário foi aplicado no musicoterapeuta (antes e após cada sessão) e no cuidados após a sessão.

Buscou-se avaliar os seguintes indicadores do comportamento do paciente frente a proposta apresentada: a) motivação e satisfação dos participantes (terapeuta, paciente e cuidador); b) aceitabilidade da tecnologia; c) adequação da ferramenta aos métodos musicoterapêuticos; d) aplicabilidade da ferramenta.

Um primeiro questionário de “Perfil do Paciente” foi aplicado no terapeuta. Neste questionário, haviam perguntas relacionadas ao prontuário do paciente (natureza da doença, alterações físicas e cognitivas, idade, tempo de tratamento no setor, principais atividades musicoterapêuticas desenvolvidas ao longo do tratamento e familiaridade com tecnologias computacionais).

No início de cada sessão, a musicoterapeuta explicou ao paciente como utilizar a ferramenta: a) mostrou os cartões marcadores; b) mostrou como visualizar os cubos coloridos na tela do computador (Figura 7a); c) mostrou como ouvir os sons das notas

musicais “tocando” nos cubos virtuais; b) mostrou como trocar o timbre dos instrumentos musicais.



Figura 6. a) Instruções de uso do software; b) Atividades de imitação musical

Foram elencadas três atividades para estimular a função da musicalidade e a função motora com os objetivos descritos na Tabela 1: 1) percepção visual; 2) percepção auditiva; e 3) imitação musical motora a partir do *feedback* auditivo¹:

- **Percepção visual:** o paciente tocava nos cubos virtuais na medida em que a musicoterapeuta solicitava a execução de uma determinada cor. Quando o paciente entendeu o procedimento, a musicoterapeuta citava uma determinada sequência de cores e o paciente tentava reproduzi-la.
- **Percepção sonora:** o terapeuta executava uma determinada nota musical no teclado (timbre do piano) e solicitava que o paciente a reproduzisse através do software, ou seja, o paciente tentava identificar, entre os cartões marcadores, o som correspondente ao executado pela musicoterapeuta. Foi solicitado também que o paciente trocasse o timbre das notas musicais e, em seguida, identificasse qual seria o instrumento musical referente ao timbre apreciado. Quando o paciente demonstrava reconhecimento do timbre dos instrumentos musicais, a musicoterapeuta solicitava um determinado timbre e o paciente se mobilizava para reconhecer o instrumento musical solicitado.
- **Imitação musical:** a musicoterapeuta tocava uma determinada sequência musical no teclado eletrônico e o paciente tentava reproduzir esta sequência com uso do software (eco-ritmo). Outro exemplo, a musicoterapeuta invertia os papéis: solicitava que o paciente executasse uma determinada sequência musical e, em seguida, a reproduzia (mesma sequência musical criada pelo paciente) no teclado (Figura 7b).

Ao término das atividades, foi solicitado ao cuidador que respondesse um questionário de satisfação sobre o experimento que acabou de presenciar. A musicoterapeuta respondeu outro questionário de motivação e satisfação sobre a sessão de musicoterapia que acabara de desenvolver. A Tabela 2 mostra os resultados destas avaliações.

Tabela 2. Indicações de uso da ferramenta

¹ É a resposta comportamental ao estímulo externo.

PERGUNTAS	RESPOSTAS
TERAPEUTA: Como você se sentiu em relação à atividade que acabou de realizar com seu paciente?	Muito motivado (1) Motivado (2)
TERAPEUTA: Como você se sentiu em relação aos procedimentos musicoterapêuticos desenvolvidos com o apoio do software?	Muito satisfeito (1) Satisfeito (2)
TERAPEUTA: Como foi interagir com um software de realidade aumentada?	Muito estimulante (1) Estimulante (2)
TERAPEUTA: Em relação aos procedimentos para ensinar seu paciente a usar o software, você considera:	Adequado (3)
TERAPEUTA: Você gostaria de continuar utilizando o software com estes pacientes?	Às vezes (3)
TERAPEUTA: Você gostaria de utilizar o software com outros pacientes?	Às vezes (3)
PACIENTE: Como você se sentiu em relação à atividade que acabou de realizar?	Muito motivado (3)
PACIENTE: Como você se sentiu utilizando o software?	Satisfeito (3)
PACIENTE: Você gostaria de continuar utilizando este software?	Às vezes (3)
CUIDADOR: Como você se sentiu em relação à atividade que acabou de presenciar?	Satisfeito (3)
CUIDADOR: Você gostaria que seu filho/filha continuasse a utilizar este software?	Às vezes (3)

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Nos últimos anos verifica-se uma tendência no desenvolvimento de *softwares* para o tratamento de diversas desordens motoras e cognitivas de pessoas com deficiência. Em especial, o uso da tecnologia de Realidade Aumentada vem se destacando por apresentar uma interface atraente gerando maior motivação e conseqüentemente maior aceitação e participação no tratamento terapêutico.

As avaliações com a ferramenta de Realidade Aumentada Musical, aqui apresentado, possibilitaram constatar os seguintes aspectos positivos que podem potencializar o tratamento de reabilitação convencional:

- **Maior motivação:** os pacientes apresentaram-se motivados ao realizar os exercícios de uma forma diferente possibilitando sair da rotina dos exercícios convencionais.
- **Variedade de exercícios:** a ferramenta possibilitou o desenvolvimento de diversas atividades musicais.
- **Estímulo musical:** foi observado que os pacientes tentaram demonstrar suas habilidades musicais durante a sessão.
- **Estímulo do aprendizado motor e cognitivo:** a ferramenta já pode estar a serviço das intervenções musicoterapêuticas por contemplar o aprendizado cognitivo, motor, psicológico-social por meio da estimulação da musicalidade.

- **Inclusão Digital:** nenhum paciente havia anteriormente interagido com um *software* de Realidade Aumentada.
- **Uso domiciliar:** dado que se baseia em plataforma computacional convencional, a ferramenta já está em condições de ser utilizado em ambiente domiciliar. Isso poderá propiciar o envolvimento da família nas atividades complementares, na interação social e de qualidade de vida.

Cabe ressaltar que as novas tecnologias não substituem as terapias médicas convencionais. Pretende-se com esta ferramenta potencializar os tratamentos existentes com uso pertinente das técnicas já estabelecidas no processo terapêutico e de reabilitação.

Pretende-se criar uma versão da ferramenta para uso via Web para usuários que possuem acesso à Internet. Atualmente a aplicação necessita de instalação em plataforma Windows. Com o surgimento de novas tecnologias, como por exemplo, a biblioteca FLARToolkit que possibilita o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada para Web, torna-se necessário atualizar a ferramenta para atender novos requisitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LEME, R.J.S.A. Neurofisiologia da Música. In: NASCIMENTO, M. Musicoterapia e a Reabilitação do Paciente Neurológico. São Paulo: Memmon, p. 30-42, 2009.
2. ALDRIDGE, D. Music Therapy and Neurological Rehabilitation: Performing Health. London: Jessica Kingsley Publishers, 204 p, 2005.
3. PACCHETTI C. et al. Active Music Therapy in Parkinson's Disease: An Integrative Method for Motor and Emotional Rehabilitation. Psychosomatic Medicine: Journal of Biobehavioral Medicine, v. 62, n. 3, p. 386-393, 2000.
4. SIEDLIECKI, S.L.; GOOD, M. Effect of music on power, pain, depression and disability. Journal of Advanced Nursing, vol. 54, 553-562, 2006.
5. HANSER, S.B.; THOMPSON, L.W. Effects of a music therapy strategy on depressed older adults. Journal of Gerontology, VOL. 49, n. 6, p. 265-269, 1994.
6. NASCIMENTO, M. Musicoterapia: Princípio e Prática. In: FERNANDES, A. C.; et al. AACD Medicina e Reabilitação: Princípio e Prática. São Paulo: Artes Médicas, p. 853-864, 2006.
7. BRUSCIA, K. E. Definindo Musicoterapia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Enelivros, 2000.
8. IKUTA, C. Métodos de Intervenção Musicoterapêutica e suas Aplicações. In: NASCIMENTO, M. Musicoterapia e a Reabilitação do Paciente Neurológico. São Paulo: Memmon, p. 82-101, 2009.
9. JOHNSON, G.; OTTO, D.; CLAIR, A.A. The effect of instrumental and vocal music on adherence to a physical rehabilitation exercise program with persons who are elderly. Journal of Music Therapy, vol. 38, n.2, p. 82-96, 2001.
10. LOURO, V.S.; IKUTA, C.Y.; NASCIMENTO, M. Música e Deficiência: Levantamento de Adaptações para o Fazer Musical de Pessoas com Deficiência. Arquivos Brasileiros de Paralisia Cerebral, v. 1, n. 2, p 11-17, 2005.

11. LOURO, V. S. Educação Musical e Musicoterapia: adaptações do Fazer Musical em prol da aprendizagem ou reabilitação de pessoas com Deficiência. In: NASCIMENTO, M. Musicoterapia e a Reabilitação do Paciente Neurológico. São Paulo: Memmon, p. 398-410, 2009.
12. LACERDA, O. Teoria Elementar da Música. 12^a ed. São Paulo: Ricordi, 1996.
13. BRITO, T. A. Música na Educação Infantil. 2^a ed. São Paulo: Peirópolis, 2003.
14. AZUMA, R. A Survey of Augmented Reality. Presence Teleoperators and Virtual Environments, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.
15. TORI, R.; KIRNER, C. Fundamentos de Realidade Virtual. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Fundamentos e Tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada. Livro do Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality, p. 02-21, 2006.