

MusandScene: uma Interface Gestual de Expressão e Criação Musical no Auxílio ao Aprendizado de Música em Educação Especial

Ana Grasielle Dionísio Corrêa, Oswaldo Bassani Neto, Roseli de Deus Lopes

Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos - Laboratório de Sistemas Integráveis da
Escola Politécnica – Universidade de São Paulo (USP)
Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, nº 380 – São Paulo – SP – Brazil
{anagrasi,bassani,roseli}@lsi.usp.br

Resumo. *Este artigo apresenta uma interface gestual de expressão e criação musical para ser utilizado tanto no apoio ou complemento em aulas de música para iniciantes como no auxílio ao atendimento de pessoas com necessidades educacionais especiais. O sistema faz uso de dispositivos eletrônicos capazes de capturar os movimentos do corpo para geração de efeitos sonoros em tempo real. Este sistema permite a inclusão de pessoas excluídas do universo digital e musical, por não estarem aptas a utilizar os meios convencionais de interação homem-computador como mouse, teclado e instrumentos musicais.*

Palavras-chave: *Educação Musical, Educação Especial, Interface Gestual.*

Abstract. *This paper presents a gesture interface for musical expression and creation that can be used as a support a complement in the music education for beginners and in the aid to the attendance of people with special educational needs. The system makes use of electronic devices to capture the movements of the body for generating sonorous effects in real time. This system allows the inclusion of people excluded from the digital and musical universe, for not being apt to use conventional interaction media, such as mouse, keyboard and musical instruments.*

Key words: *Musical Education, Special Education, Gesture Interface.*

1. Introdução

Estudos sobre gestos e movimentos corporais têm sido foco de pesquisas cada vez mais freqüentes no desenvolvimento de sistemas computacionais. Isto porque as inovações tecnológicas influenciam na exploração de diferentes recursos eletrônicos e computacionais para criação de interfaces gestuais. Estas inovações, aliadas à evolução da interface homem-computador e ao incentivo à inclusão digital e a melhoria da qualidade de vida de Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais (PNEEs) favorece no desenvolvimento de sistemas de interpretação de imagens e sons, tornando tendência que o usuário interaja com o computador através de gestos ou comando de voz.

Estes fatores aliados aos meios eletrônicos interativos para exploração e criação de interfaces gestuais propiciam o surgimento de novas modalidades de ensino-aprendizagem relacionadas às formas de expressão corporal como meio de comunicação. Segundo Zuffo (2001), a definição de meios eletrônicos interativos é “*o acervo tecnológico orientado ao relacionamento sensitivo (audição, visão e tato) entre o usuário e uma infra-estrutura computacional*”.

Esta nova modalidade de ensino-aprendizagem vem apoiar as mais diversas áreas incluindo a Educação Especial. Aos especialistas na área de Tecnologia da Informação cabe o papel de desenvolver sistemas que permitam aplicar as recentes pesquisas pedagógicas e apresentar aplicações educativas e novos sistemas de aprendizagem apoiados por computador.

Segundo Passerino e Santarona (2004), PNEEs são pessoas que “*apresentam algum problema de aprendizagem ao longo da sua escolarização e que exige uma atenção mais específica e maiores recursos educacionais do que os necessários para os colegas de suas idade*”. Por se tratar de multidisciplinariedade, questões relativas à acessibilidade física e digital, adaptações curriculares e de avaliação, apoio psicopedagógico, novas metodologias, materiais didáticos entre outros são fatores importantes no desenvolvimento de sistemas e necessitam de apoio de especialistas do domínio do conhecimento.

O presente artigo relata a concepção do MusandScene, um sistema gestual de expressão e criação musical voltado a crianças e adolescentes no ensino de música incluindo PNEEs. O sistema faz uso de dispositivos de captura de movimentos que o aluno poderá utilizar na realização de sua apresentação. Estes dispositivos são sensores que acoplados ao corpo do usuário, capturam sua posição (x, y, z). Estes movimentos são então analisados, interpretados e transformados em efeitos sonoros do tipo altura, intensidade e timbre, permitindo ao aluno desenvolver sua criatividade no processo de criação musical além de proporcionar equilíbrio, prazer e alegria.

Os testes realizados com o MusandScene revelam a possibilidade em integrar os gestos, os sons e os movimentos na criação musical, permitindo que crianças e adolescentes iniciantes na aprendizagem musical e PNEEs, sem um conhecimento prévio da linguagem musical, sejam capazes de criar música. Estes resultados confirmam a necessidade de diversificar os ambientes interativos de aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento das potencialidades das PNEEs.

2. Conceitos Musicais

Segundo historiadores, o fazer musical sempre esteve presente nas sociedades, desde as mais primitivas. Provas arqueológicas sugerem que o homem primitivo usava ossos, tambores e flautas muito antes da Era Glacial [Menuhim 1990].

Existem inúmeras definições de música, dentre elas cita-se [Vasconcelos 2002]: “*A música é a arte da combinação sonora de caráter abstrato e simbólico, onde os elementos que a compõe são mais ou menos exatos conforme o caso. Um dos mais claros e concretos é a altura dos sons. A intensidade sonora e a duração dos sons já são características menos precisas*”.

A música é composta por elementos, e estes são distintos entre: som, ritmo, melodia e harmonia. Um som musical se caracteriza por quatro propriedades essenciais: altura, duração, intensidade e timbre. A seguir são apresentadas as caracterizações de cada um desses elementos [Menezes 2004]:

- **Som:** representa tudo aquilo que impressiona o ouvido. É o resultado da vibração entre dois objetos ou dois corpos. Este por sua vez pode ser decomposto em atributos, sendo: altura, duração, intensidade e timbre:
 - **Altura:** refere-se aos sons graves e agudos. São representados pelas notas musicais fundamentais: dó, ré, mi, fá, sol, lá e si;
 - **Duração:** refere-se ao tempo de prolongamento do som. Pode ser curto ou longo e são representadas pelas figuras musicais;
 - **Intensidade:** refere-se ao volume do som;
 - **Timbre:** distingue sons de mesma intensidade e altura, emitidos por instrumentos diferentes. Através de um timbre sabe-se se um som está sendo tocado por uma flauta ou piano por exemplo;
- **Ritmo:** movimento que ocorre em intervalos regulares. É conhecido também como cadência. O ritmo é tudo o que diz respeito à duração do som.
- **Melodia:** sucessão agradável de sons, formando o fraseado musical.
- **Harmonia:** combinação de sons simultâneos.

A diferença entre melodia e harmonia é que, a melodia define o desenvolvimento horizontal de uma música, isto é, a sucessão de notas umas após as outras, enquanto que a harmonia define o desenvolvimento vertical, ou seja, as notas são tocadas simultaneamente [Vasconcelos 2002].

3. Trabalhos Correlatos

Vários Centros e Institutos de Pesquisas desenvolvem projetos relacionados à integração multimídia entre usuários e máquinas no contexto da criação musical, dentre elas destacam-se o Media Lab do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), o NICS (Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora) da Unicamp e o LSI (Laboratório de Sistemas Integráveis) da Escola Politécnica da USP.

O Media Lab é um Laboratório de Pesquisa que prioriza o estudo, invenção e criação de novas tecnologias apoiadas pelo uso dos computadores e dispositivos eletrônicos no

processo de produção musical. Técnicos do “*Museum of the Future - Media in Performance*” criaram um sistema que sintetiza bem esta linha de pesquisa. Trata-se do *DanceSpace*. Um espaço interativo onde artistas podem gerar música e gráficos através de seus movimentos corporais. O dançarino se incorpora no espaço utilizando objetos que representam instrumentos musicais acoplados virtualmente a seu corpo. Cada objeto produz um som diferente, desta forma o dançarino tem a possibilidade de compor uma melodia como se estivesse fazendo mágica favorecendo ao processo de improvisação musical [Sparatino et al, 2000].

O NICS vem atuando no desenvolvimento de projetos relacionados à computação e música. O Laboratório de Interfaces Gestuais (LIGA), por exemplo, estuda o desenvolvimento de instrumentos musicais eletrônicos e a criação de novas interfaces para vincular o som ao movimento e à dança. O resultado da pesquisa leva ao desenvolvimento de novas interfaces que utilizam a dinâmica do corpo no espaço para produzir eventos acústicos e visuais.

Um exemplo de sistema desenvolvido pelo LIGA é o Tapete Interativo. Trata-se da criação de uma interface gestual, para interação com a música. É um tapete que possui a propriedade de localizar um ou mais corpos que estejam sobre sua superfície. De acordo com Mialichi e Manzolli, o tapete em sua concepção, é composto por 256 peças no formato de triângulos equiláteros que, montados, podem assumir a forma de um tapete retangular ou qualquer outra forma que se queira produzir eventos acústicos e visuais. Sensores instalados nas peças reproduzem, com o auxílio do computador, 127 tipos de som. Ao tocar a superfície do tapete repetidamente com os pés, a pessoa gera uma seqüência sonora [Mialichi e Manzolli, 2002].

O LSI vem estudando e desenvolvendo, entre outros, projetos ligados à área de trabalhos colaborativos e educação apoiada por computador. Um exemplo de sistema desenvolvido pelo LSI é o Teclado Virtual. Trata-se de um sistema de rastreamento de movimentos manuais que possibilita a criação musical através de um teclado desenhado em uma folha de papel *sulfite*. Uma *webcam* captura os movimentos dos dedos sobre o desenho do teclado e produz os sons correspondentes a um teclado original [Pansa, Augusto e Neto, 2004].

Existem muitos sistemas voltados à Educação Musical e Artes Criativas, porém ainda são escassos os sistemas voltados à inclusão digital de PNEEs. Por este motivo o objetivo deste sistema é contribuir com o aumento da quantidade de programas de computador que possam ser utilizados por PNEEs.

4. Sistema MusandScene

O sistema gestual de expressão e criação musical é uma ferramenta de apoio às aulas de música para iniciantes. Através dele, é possível utilizar os gestos do corpo como instrumento na produção de efeitos sonoros em tempo real.

Pretende-se com o MusandScene auxiliar no desenvolvimento das seguintes capacidades:

- identificar e explorar os atributos sonoros (altura, duração, intensidade e timbre) para se expressar, interagir com os outros e ampliar seu conhecimento musical;

- brincar com a música, imitar, inventar e reproduzir criações musicais através de apresentações individuais ou em grupo;
- maior motivação e entusiasmo para atividades educacionais e aumento da interação do aluno com o meio em que vive.

No caso de crianças, por exemplo, a partir dos três anos aproximadamente, os jogos com movimento representam possibilidade efetiva para o desenvolvimento motor e rítmico, sintonizados com a música, uma vez que o modo de expressão nessa fase integra o gesto, o som e o movimento [Brito 2000].

4.1 Configurações do Sistema

A interface principal do MusandScene, ilustrada na Figura 1, representa o ambiente de melodias que serve de base para a execução da apresentação. Este ambiente possui uma “Biblioteca de Melodias”, contendo diversas músicas com estilos diversificados. Caso o andamento desta melodia não esteja de acordo com o desejado pelo professor, pode-se ajustá-la tornando a execução da apresentação mais lenta ou mais rápida, de acordo com o desejado. Esta melodia é um arquivo MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) composto por um conjunto de canais. Cada canal MIDI possui um conjunto de notas sequenciais executadas por um instrumento. Desta forma, um arquivo MIDI pode conter vários canais sendo executados ao mesmo tempo, dando forma a uma música.

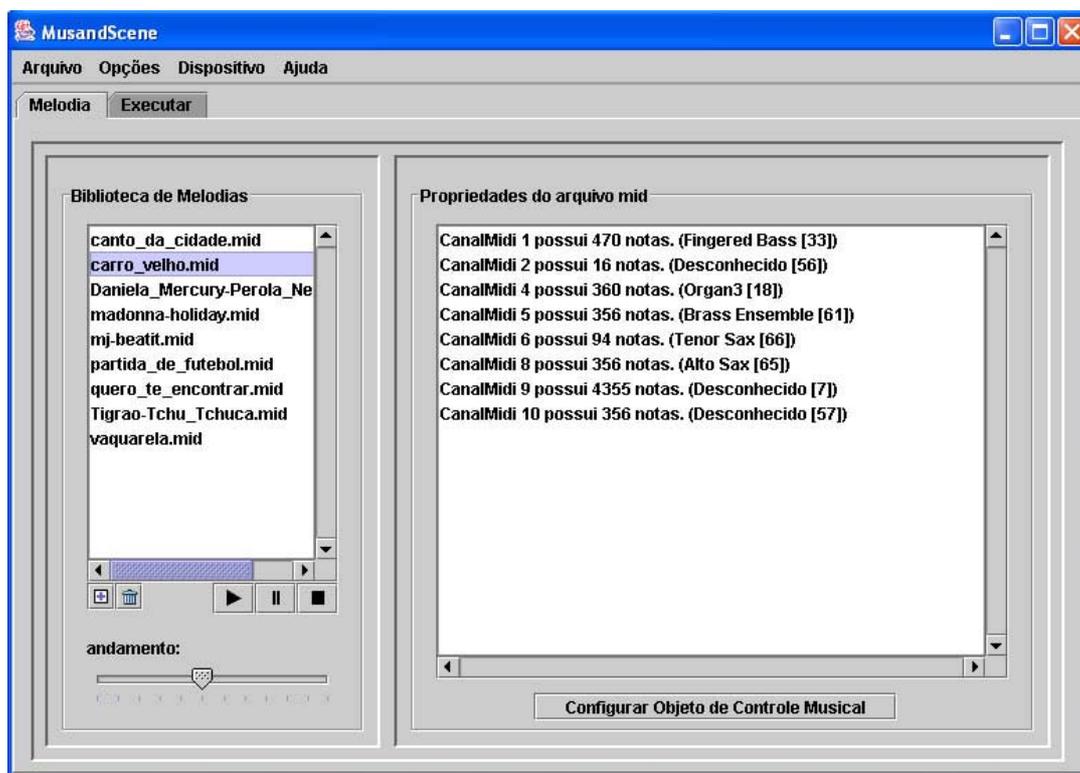


Figura 1. Janela de Configuração da Melodia

No MusandScene, os marcadores (sensores posteriormente acoplados no corpo do usuário), são denominados de “Objeto de Controle Musical ou OCM” e são compostos por três eixos X, Y e Z. Para cada eixo de um OCM, pode-se associar um efeito sonoro do tipo intensidade, altura ou timbre. Desta forma, um determinado movimento

executado pelo usuário fará com que seja executado o efeito sonoro referente ao eixo em movimento. Para o eixo X, os movimentos representam a direção horizontal (direita e esquerda), o eixo Y representa os movimentos na direção vertical (para cima ou para baixo) e o eixo Z representa os movimentos para frente ou para trás.

A Figura 2 mostra a janela de configurações do OCM. Cada eixo recebe como parâmetro apenas um dos efeitos sonoros: intensidade, altura ou timbre (adicionar instrumento). O professor determina qual(is) eixo(s) deseja trabalhar com o aluno, atribuindo a este(s) um efeito sonoro.

Deve-se explicitar em qual dos canais que compõe a melodia anteriormente escolhida, a intensidade ou altura deverão atuar. No caso do timbre, deve-se escolher a altura (nota) em que o instrumento deverá ser tocado.

O MusandScene permite a manipulação de vários OCMs, desta forma, o aluno poderá trabalhar com várias partes do corpo em uma apresentação individual, ou até mesmo em grupo. Neste caso, cada aluno manipula um ou mais OCMs, que podem estar acoplados, por exemplo, em seus braços e pernas.

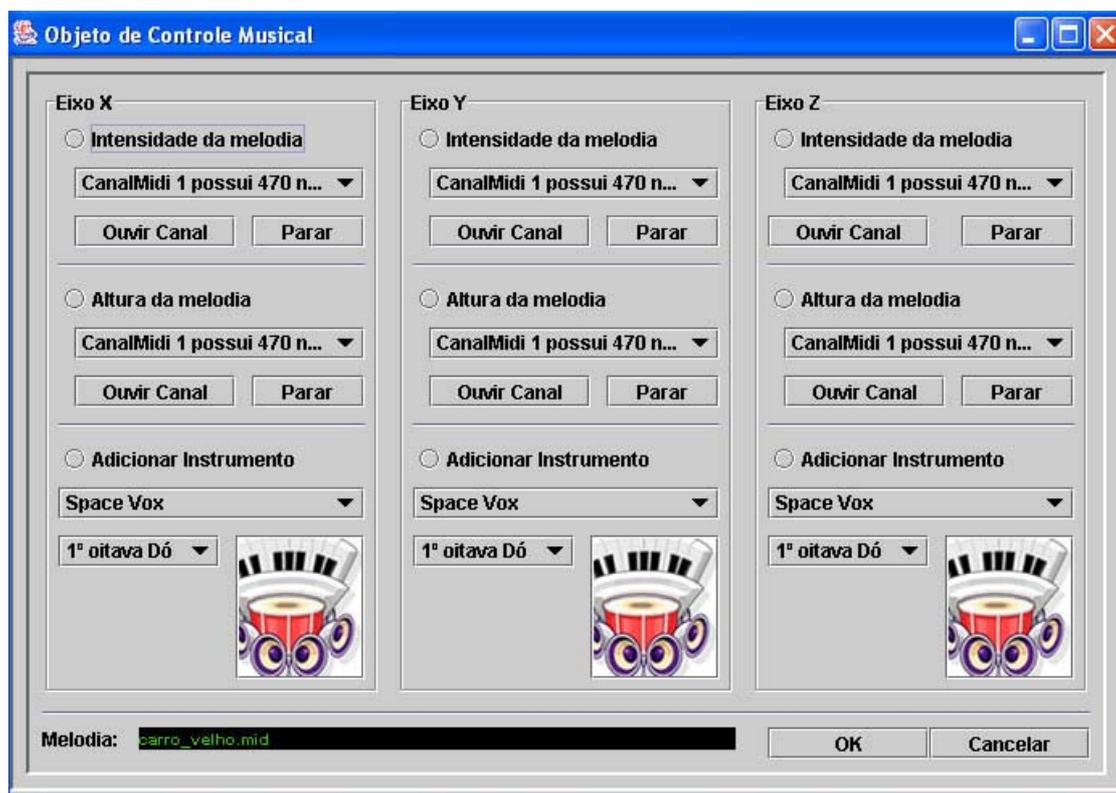


Figura 2. Janela de Configuração do Objeto de Controle Musical (OCM)

Os dispositivos de captura de movimento utilizados no MusandScene são os dispositivos de rastreamento eletromagnético. Estes dispositivos são caracterizados por sensores de rastreamento de posição que realizam o mapeamento dos movimentos em uma posição 3D (x, y, z) no espaço. A Figura 3 ilustra as configurações de um dos dispositivos de captura de movimento do tipo “tracking” conhecido também como rastreador eletromagnético de posição.

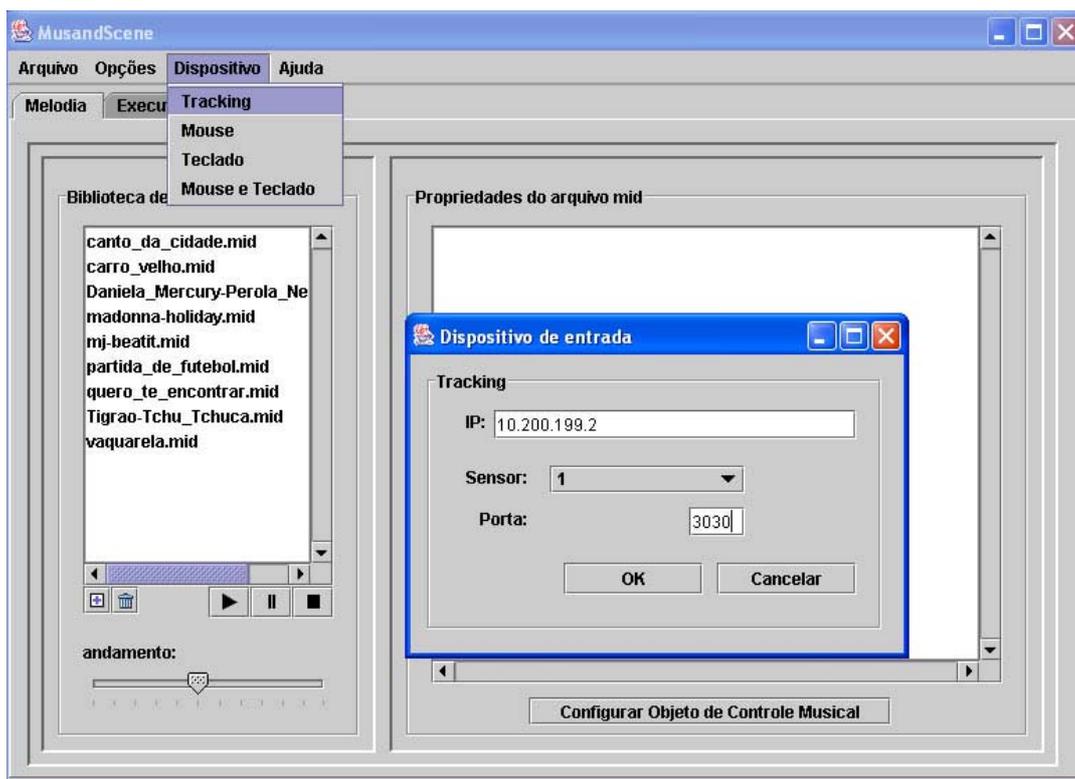


Figura 3. Janela de Configuração do Dispositivo de Rastreamento Eletromagnético

Para este tipo de rastreamento, um emissor produz campos eletromagnéticos bem definidos e sensores são capazes de determinar a sua posição relativa ao emissor a partir de um campo medido localmente [Gomes 2004]. Utiliza-se um dispositivo do tipo “*Flock of Birds*” (FOB) onde existem três sensores ligados a este. Portanto pode-se manipular até três OCMs. Para isto, é necessário especificar qual sensor estará relacionado a um OCM anteriormente configurado.

4.2 Realizar Apresentação

Foi implementado um ambiente gráfico para visualização dos movimentos. Trata-se de um boneco desenhado em uma tela plana, simulando os movimentos em torno dos três eixos de um espaço 3D. Assim, pode-se observar os movimentos dos braços e das pernas do boneco movendo-se sob os eixos X e Y e Z.

Este ambiente possibilita a gravação da apresentação do aluno em formato de arquivo MIDI. Assim, os alunos podem compartilhar suas criações musicais com outros alunos e especialistas em música do mundo inteiro. Os arquivos MIDI permitem aos usuários trabalhar com arquivos grandes de música digitalizada, que não exigem muita memória.

Para a realização da apresentação, o professor deverá orientar o aluno tanto na utilização dos dispositivos de captura de movimentos para manipulação dos OCMs, quanto nas formas e possibilidades de se criar música através dos movimentos corporais.

5. Resultados Preliminares

Os testes de funcionalidades básicas com o MusandScene, ilustrados na Figura 5, permitiram a definição da configuração mínima de *software* e *hardware* necessária para a utilização do MusandScene: Pentium III, 600 MHz, 256 MBytes RAM, Linux Gnome 2.8, Windows XP ou superior, placa de som *on-board*, dispositivo de rastreamento eletromagnético para captura de movimentos.



Figura 5. Testes do MusandScene na Caverna Digital

Na próxima etapa de desenvolvimento estão previstos testes que deverão ser conduzidos seguindo a abordagem proposta por Winckler, Nemetz e Lima (1998):

- Teste com crianças, na forma de ensaios de interação;
- Avaliação com especialistas em interfaces;
- Avaliação com especialistas em música e educação musical.

Nos ensaios de interação pretende-se contar voluntariamente com alunos iniciantes em música e crianças PNEEs considerados representativos do público-alvo desta aplicação.

Os usuários deverão completar uma lista de tarefas com o sistema e, no final do teste, comentar suas impressões sobre a interface. Pretende-se contar com especialistas em Interação Humano-Computador (IHC), já familiarizados com a técnica, e com especialistas em música treinados previamente nessa técnica de avaliação. Após as sessões os problemas encontrados deverão ser classificados pelos avaliadores de acordo com as dificuldades encontradas na utilização do sistema.

6. Considerações Finais e Sugestões para Trabalhos Futuros

Não há como pensar em educação sem considerar a influência que as inovações tecnológicas exercem sobre o processo de aprendizagem. Mesmo que a tecnologia não esteja fisicamente implantada nas escolas, seu reflexo interfere no ambiente escolar e nas relações de troca de conhecimento. E é no sentido de tirar proveito do universo de recursos disponíveis que o sistema MusandScene foi criado. Para tanto, este trabalho apresentou a concepção de um sistema de criação musical gestual apoiada por meios eletrônicos interativos fundamentado em recentes pesquisas nas áreas de aprendizagem apoiada por computador.

A pesquisa aqui apresentada ofereceu recursos suficientes para o desenvolvimento e testes de um sistema gestual de criação musical.

Para dar continuidade ao projeto e aprimorar o sistema, pensou-se em uma adaptação para a utilização de dispositivos óticos de captura de movimentos. Estes dispositivos se constituem por um processo de amostragem, onde a posição e a orientação de marcadores posicionados no corpo do usuário são captadas por uma câmera de vídeo e enviadas a um computador para análise e parametrização em tempo real.

7. Referências

- Brito, T. A. (2003) “Música na Educação Infantil”, AGWM Artes Gráficas 3rd edição.
- Gomes, V. H. P. and Soares, L. P. (2004). “Rastreamento Eletromagnético em um Sistema de Realidade Virtual Imersiva do Tipo CAVERNA Digital”, IN: VII Simpósio de Realidade Virtual, Anais, São Paulo.
- Menezes, F. (2004) “A Acústica Musical em Palavras e Sons”. Cotia, SP: Ateliê Editorial.
- Menuhim, Y. And Davis, C. (1990) “A música do homem”, Martins Fontes, Vol I.
- Mialichi, J. R. e Manzolli, J. (2002) “Estudo e Desenvolvimento de Interface Gestual para Composição Interativa”, Projeto de Iniciação Científica – NICS – Unicamp.
- Pansa, A and Augusto, R. L. and Neto, ° B. (2004) “Teclado Virtual”. Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Elétrica - EPUSP.
- Passerino, L. M. and Santarona, L. M. C. (2004) “EDUKITO: propiciando a inclusão digital de Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais”. RENOTE – Revista de Novas Tecnologias na Educação, v.2, nº 1, Março.
- Sparacino, F.; Davenport, G. and Pentland A. (2000). “Media in Performance: interactive spaces for dance, theater, circus and museum exhibits”. IBM Systems Journal, vol. 39, n. 3-4, p. 479-510.
- Vasconcelos, J. (2002). “Acústica Musical e Organologia”, Movimento, 3rd edição.
- Zuffo, M. K. (2001). “A Convergência da Realidade Virtual e Internet Avançada em Novos Paradigmas de TV Digital Interativa”, Tese de Livre Docência apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Winckler, M. A. A. and Nemetz, F. and Lima, J. V. (1998) “Estudo de Caso da Aplicação do Método de Avaliação Heurística em um Projeto Multidisciplinar”, IN: IHC98 - Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, Anais.