

**UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
CELSO ISAO KUBATAMAIA**

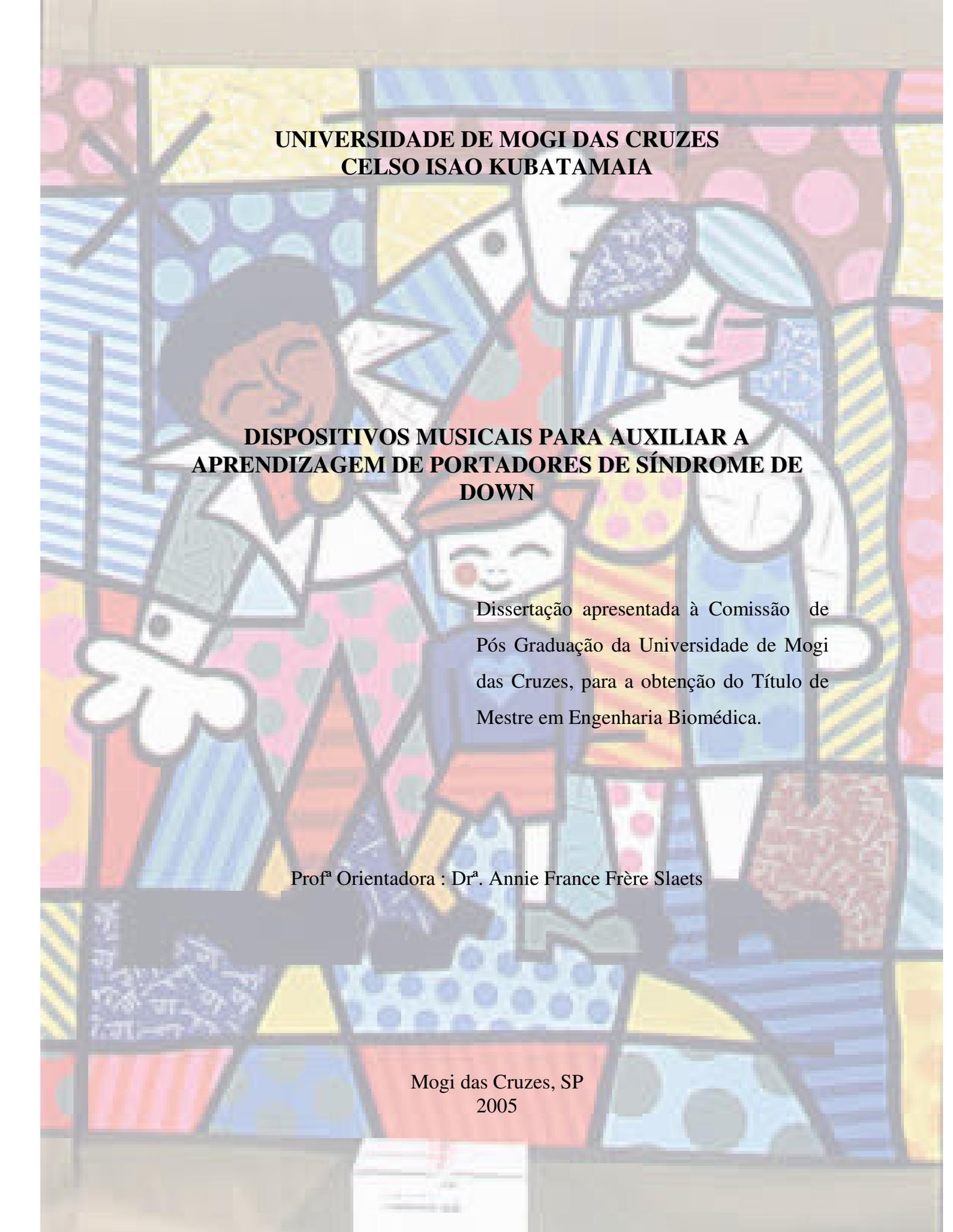
**DISPOSITIVOS MUSICAIS PARA AUXILIAR A
APRENDIZAGEM DE PORTADORES DE SÍNDROME DE
DOWN**

Mogi das Cruzes, SP
2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
CELSO ISAO KUBATAMAIA**

**DISPOSITIVOS MUSICAIS PARA AUXILIAR A
APRENDIZAGEM DE PORTADORES DE SÍNDROME DE
DOWN**

Dissertação apresentada à Comissão de Pós Graduação da Universidade de Mogi das Cruzes, para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Prof^a Orientadora : Dr^a. Annie France Frère Slaets

Mogi das Cruzes, SP
2005

FICHA CATALOGRÁFICA

UNIVERSIDADE DE MOGIDAS CRUZES – BIBLIOTECA CENTRAL

Kubatamaia, Celso Isao

Dispositivos musicais para auxiliar a aprendizagem de portadores de Síndrome de Down / Celso Isao Kubatamaia. -- Mogi das Cruzes, 2005.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade de Mogi das Cruzes, 2005.

Área de concentração: Instrumentação Biomédica

Orientadora: Dra. Annie France Frère Slaets

1. Síndrome de Down 2. Dispositivos musicais 3. desenvolvimento cognitivo 4. Educação especial- Aprendizagem

CDD 371.92805

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais Susume e Keiko pela paciência, alegria e dedicação.

AGRADECIMENTOS

À Annie France Frère Slaets pela amizade, paciência, ânimo, experiência, colaboração e dedicação sem os quais a conclusão dessa pesquisa jamais seria possível.

Aos Profº Dr. Edison Manoel, Ms. Roberto Gimenes, Ms. Luiz Dantas e seus alunos que contribuíram significativamente para a realização deste trabalho.

À Ricardo T. Irita, Flávio César Amate, Alessandro Pereira da Silva, Hélio Martucci Neto, Terigi Augusto Scardovelli, Jaqueline L. S. G. de Almeida e demais integrantes do @LADIM pela amizade, apoio técnico e psicológico, esclarecimentos de dúvidas.

À Cíntia S. K. pela amizade, apoio psicológico, amor e carinho.

Obrigado a todos!

RESUMO

A maioria dos portadores de Síndrome de Down apresenta atraso mental leve ou moderado. Esta pesquisa objetiva desenvolver dispositivos musicais para auxiliar essas pessoas a desenvolver estratégias de aprendizagem, proporcionando exercícios que trabalhem a atenção e a memória. Foram desenvolvidos três dispositivos para que os exercícios sejam realizados de uma maneira lúdica, pressionando botões que produzem sons diversos e frases musicais. O primeiro dispositivo, destinado a estimular a atenção e a memória de curto prazo, utiliza um microcontrolador, um circuito para gravação de sons, figuras de animais e interruptores. Os interruptores quando pressionados emitem sons associados às figuras. O usuário deve reproduzir a sequência escolhida pelo terapeuta. O microcontrolador registra a sequência escolhida pelo terapeuta, a quantidade de vezes em que há erro na execução e proporciona uma música quando se ganha o jogo. O segundo dispositivo, que utiliza o ritmo para auxiliar a memorização, é composto por seis interruptores coloridos, ligados a um computador portátil. Para este dispositivo foi criado um jogo em linguagem Delphi onde o usuário deve reproduzir uma sequência seguindo o ritmo da música. O terceiro dispositivo, destinado a evidenciar a força com a qual a criança pressiona um acionador, é formado por um sensor de força, um amplificador operacional, uma interface e um computador portátil. Um programa em linguagem Delphi simula um ambiente de discoteca. Para manter a discoteca funcionando o usuário deve controlar a força com a qual pressiona o sensor. Os dispositivos foram testados por voluntários e portadores da síndrome de Down, sendo comprovada a atratividade exercida por jogos musicais sobre esse público.

Palavras-chave: Síndrome de Down, dispositivos musicais, desenvolvimento cognitivo, Educação especial-Aprendizagem.

ABSTRACT

The most of bearing Syndrome of Down have light or moderate mental delay. This paper objective to develop musicals arrangement to relieve this person to develop the learning process of strategies, proposing exercises that working to attention and memory. It has developed three devices for that exercises are accomplished of a ludic way, pressing buttons that producing many songs and musical phrases. The first device, to stimulate the attention and the short term memory, utilize the microcontroler, the circuit for sound engraving, animals pictures and interruptors. When the interruptors to have pressure emitting sounds associated with the pictures. The user may reproduce the sequence therapist choice. The microcontroler resister the sequence therapist choice, the quantities of times where there is errors in execution and propose a music when the player win. The second device, that uses the rhythm to help the memorization, is composed for six colored interruptors, connected in the portable computer. For this device was created a game in Delphi language, where the user need reproduce a sequence following the music rhythm. The third device, destined to make evident the force which the child press the actuating, it's formed by a sensor, an operational amplificador, an interface and a portable computer. A program in Delphi Language simules an environment of disco. To keep the disco functioning the user needs to control the force which press the sensor. The devices were tested to voluntaries and bearing Down Syndrome, being proved the attractiveness practiced by musical games about this public.

Key-words: Syndrome of Down, musical devices, development cognitive, education special-learning.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação das tensões em função das massas.	41
Tabela 2 - Sequência adotada com o primeiro dispositivo	44
Tabela 3 - Tabela de usuários.	45
Tabela 4 - Tabela de desempenho de cada usuário na primeira fase	46
Tabela 5 - Tabela comparativa de memória auditiva segunda fase.....	48
Tabela 6 - Tabela de desempenho de cada usuário na terceira fase.....	48

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dimensões em milímetros e variáveis de cálculo do transdutor.....	17
Figura 2 - Sensores de dedos	18
Figura 3 - Barra de Suporte	19
Figura 4 - Ponte de Wheatstone e circuito amplificador.....	20
Figura 5 - Ilustração das palmilhas com os transdutores	21
Figura 6 - Ilustração dos transdutores e extensômetros	22
Figura 7 - Palmilha com transdutores	24
Figura 8 - Arquitetura do sistema de aquisição de dados	25
Figura 9 - <i>Layout</i> do circuito gravador de som.....	27
Figura 10 - Foto dos botões	28
Figura 11 - Painel de controle do 1º dispositivo.....	29
Figura 12 - Personagem em forma de banana indicando a sequência.....	30
Figura 13 - Tela principal do jogo.....	31
Figura 14 - Tela do 2º jogo indicando que a sequência foi concluída com sucesso	31
Figura 15 - Tela onde a pantera é puxada pela bengala.....	32
Figura 16 - Tela do 2º jogo indicando erro.....	32
Figura 17 - Interface do 2º dispositivo com botões	33
Figura 18 - Dispositivo com os botões coloridos	33
Figura 19 - Fluxograma do 1º jogo.....	34
Figura 20 - Tela com o quadro confirmando os acertos e erros nas tentativas	35
Figura 21 - Jogo da galinha	37
Figura 22 - Sensor de força FSR.....	38
Figura 23 - Curva de calibração do sensor FSR	39
Figura 24 - Diagrama de blocos do circuito	39
Figura 25 - Circuito eletrônico LM358N.....	40
Figura 26 - Curvas de calibração do sensor.....	40
Figura 27 - Curva de calibração na tela do microcomputador.....	42
Figura 28 - Posição dos botões.....	43
Figura 29 - Disposição das caixas em linha.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 MOTIVAÇÃO	14
1.3 OBJETIVO	15
1.3 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	16
2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO EM RELAÇÃO À LITERATURA	17
2.1. AVALIAÇÃO DA FORÇA DE MEMBROS SUPERIORES	17
2.2 PALMILHAS INSTRUMENTADAS	21
3 IMPLEMENTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS.....	26
3.1 INTRODUÇÃO.....	26
3.2 DISPOSITIVO CONTROLADOR DE SEQUÊNCIA	26
3.2.1 Funcionamento.....	26
3.2.2 O circuito eletrônico	27
3.2.3 A interface.....	28
3.2.4 O programa do 1º dispositivo.....	29
3.3. CONTROLADOR DE RITMOS	30
3.3.1. Funcionamento.....	30
3.3.2. A interface.....	33
3.3.3. Programa do 2º dispositivo	33
3.4. REGULADOR DE FORÇA.....	35
3.4.1. Funcionamento.....	35
3.4.2. Programa.....	36
3.4.3. O circuito eletrônico	37
4 RESULTADOS.....	43
4.1 PROTOCOLO DE TESTE	43
4.2. CASUÍSTICA	45
4.3. RESULTADO DOS TESTES COM O 1º DISPOSITIVO	46
4.3.2 Avaliação do segundo dispositivo.....	49
4.3.3. Avaliação do terceiro dispositivo.....	50
5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	51
5.1 CONCLUSÃO	51
5.2 TRABALHOS FUTUROS	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

A Síndrome de Down (SD) é uma das síndromes mais conhecidas que acometem o ser humano. Segundo Pueschel (1995), se uma célula germinativa, óvulo ou esperma, tiver um cromossomo adicional (24 cromossomos) e a outra célula germinativa tiver 23 cromossomos, no momento da concepção uma nova célula contendo 47 cromossomos será formada. Se o cromossomo extra for o 21, o indivíduo nascerá com Síndrome de Down. A célula original com 47 cromossomos começará a dividir-se para formar duas cópias exatas dela mesma, de tal forma que cada célula gerada terá um conjunto idêntico de 47 cromossomos, indicando a trissomia 21.

As pessoas portadoras de SD apresentam características próprias, como fenda palpebral oblíqua, orelhas de baixa implantação, língua protusa, extremidades curtas, sendo que as crianças apresentam também hipotonia muscular e atraso no desenvolvimento neuropsicomotor (PUESCHEL, 1995). Segundo o mesmo autor, a criança portadora de SD geralmente apresenta alterações no crescimento e no desenvolvimento mental. A variação do crescimento é determinada por fatores genéticos, étnicos e nutricionais, função hormonal, presença de anomalias congênicas adicionais. Quanto ao desenvolvimento mental, a maioria das crianças com SD tem um desempenho na faixa entre leve e moderada, enquanto que somente algumas têm função intelectual na faixa média -baixa, ou deficiência mental severa.

Estudos realizados com crianças com Síndrome de Down (DUNST, 1990) demonstraram que essas passam pelos mesmos períodos sensório-motores, e na mesma seqüência, observados nas crianças normais, porém de uma forma mais lenta, tendendo a manipular e explorar menos. A maioria dos portadores de deficiência mental apresenta movimentos pobres e limitados pela gravidade do comprometimento cognitivo. De uma maneira geral, o déficit cognitivo impede ou prejudica o aprendizado motor, levando a um atraso ou a uma alteração dos movimentos (ANWAR, 1986).

As limitações trazem consigo preconceitos aos quais o indivíduo portador de necessidades especiais está sujeito, mas que o desenvolvimento de recursos pode ajudar a combater. Quando lhe são dadas às condições para interagir e aprender, o portador de deficiência mais facilmente poderá relacionar-se e competir em seu meio com recursos mais

poderosos, proporcionados pelas adaptações de que dispõe. Portanto desenvolver recursos de acessibilidade seria a maneira concreta de neutralizar as barreiras e inserir esse indivíduo em ambientes ricos para a aprendizagem (DAMASCENO, 2004).

Uma reabilitação bem sucedida resulta de uma combinação de três abordagens: redução da incapacidade; aquisição de novas estratégias e habilidades, através das quais o impacto da incapacidade possa ser minimizado; alteração do ambiente, inclusive do comportamento das pessoas não deficientes, de modo que a deficiência e a incapacidade não constituam mais impedimentos (STOKES, 2002).

1.2 MOTIVAÇÃO

Segundo Doman (1966) para conseguir um bom nível de organização neurológica, o indivíduo necessita atingir o desenvolvimento pleno em cada etapa, sem que haja um desvio na seqüência normal desse. Havendo este desvio ou um desenvolvimento incompleto em uma ou mais etapas, o indivíduo poderá apresentar prejuízos variados sob a forma de deficiência mental, distúrbios de aprendizagem, problemas de comportamento e outros.

Gibson e Harris (1988) afirmam que crianças com Síndrome de Down somente alcançarão sucesso a longo prazo se, realmente, forem projetadas atividades fundamentadas nos efeitos específicos da Síndrome de Down sobre o seu desenvolvimento. A ausência de estímulos na Síndrome de Down significa regressão, até mesmo na fase adulta, porque as conexões neuronais podem diminuir por falta de estimulação. O trabalho realizado, desde os primeiros anos de vida, pode perder-se se o jovem não tiver atividade ou programa de manutenção que favoreça o desenvolvimento das aprendizagens adquiridas.

Dois aspectos elementares deve ter o programa de reabilitação: intensificar o potencial das funções sensoriais (visual, auditivo, tátil, gustativo, olfativo e cinestésico) e o da motricidade (mobilidade destreza manual e linguagem).

A reabilitação deve obedecer a duas diretrizes básicas. A primeira se realiza em três fases: acompanhar a criança, passo a passo, através do processo educativo; mostrar-lhe o significado do progresso alcançado e avaliar o impacto benéfico do processo no seu desenvolvimento. A segunda procura utilizar as atividades diárias das crianças de forma intencional, incentivando-as, por exemplo, a manter relações sociais, a viver a experiência de combinar tarefas antes rejeitadas ou em que, anteriormente, não conseguiam obter sucesso.

“Crianças com Síndrome de Down não sabem desenvolver estratégias espontâneas, que outras crianças apresentam a partir dos cinco anos, para melhorar a capacidade mnemônica, devendo ser estimulados com intervenções adequadas. Como a informação auditiva é menos eficaz que a visual, torna-se necessário usar duas ou mais vias para que a informação possa ser assimilada. A memória sequencial auditiva melhora lentamente, sem que haja relação com o progresso da idade mental. Há também limitação na capacidade de organizar atos cognitivos e condutas que exigem a perspectiva do tempo. Não apresentam dificuldades para realizar tarefas rotineiras em que tenham tido treinamento adequado. O problema surge quando tem que planejar uma nova forma de conduta, baseada na escolha, especialmente se a conduta exige a organização programada de uma nova sequência de atos. Os indivíduos com deficiências mentais geralmente demonstram pobre desempenho neste tipo de memória quando comparados com indivíduos intelectualmente iguais. Esta inferioridade, no entanto, tem sido atribuída a utilização inadequada de estratégias mnemônicas tais como o ensaio, técnicas organizacionais e o processamento intencional de tarefas relevantes, ao invés de um mecanismo de armazenamento falho.” (GIBSON E HARRIS, 1988)

Kelso et al (1979) desenvolveram técnicas de aprendizagem para crianças com retardamento mental utilizando dispositivos mnemônicos, demonstrando que estes são capazes de ensaiar movimentos pré-estabelecidos.

Reld (1980) demonstra que crianças deficientes têm dificuldade em memorizar tarefas que foram realizadas em um curto espaço de tempo. Aparentemente, após um intervalo de 15 segundos, a criança não consegue adotar uma estratégia de memória para reter a informação sinestésica dos movimentos pré-estabelecidos. Ensinar as crianças a adotar uma estratégia de memória foi um meio eficaz para reduzir erros nas reproduções das tarefas em intervalos acima de 15 segundos. Este achado está em concordância com os de muitos outros estudos. A conclusão principal do trabalho de Reld (1980), é de que indivíduos com retardamento mental se beneficiam de instruções mnemônicas, e que a falta das mesmas parece ser a principal explicação para seu fraco desempenho em tarefas motoras de memória de curto prazo.

1.3 OBJETIVO

Desenvolver dispositivos musicais voltados para estimular o processo de aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo de pessoas portadoras de Síndrome de Down oferecendo estímulos auditivos e visuais para reforçar as capacidades mnemônicas.

1.3 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi subdividida em 05 capítulos:

- No capítulo 02, apresentamos os trabalhos encontrados na literatura especializada para mensurar o esforço dos membros superiores e inferiores durante a execução de determinados movimentos. Essa revisão visa analisar os tipos de sensores de força mais utilizados na literatura para escolher o mais adequado para desenvolver o brinquedo que transforme a força da criança em amplitude musical;
- No capítulo 03, apresentamos a metodologia utilizada para desenvolver os três brinquedos destinados a estimular o desenvolvimento de portadores de Síndrome de Down;
- No capítulo 04 apresentamos os resultados obtidos assim como os testes realizados com voluntários e com crianças especiais e no capítulo 05 as conclusões;
- No final listamos as referências bibliográficas utilizadas.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO EM RELAÇÃO À LITERATURA

2.1. AVALIAÇÃO DA FORÇA DE MEMBROS SUPERIORES

Faria e Carvalho (2002) desenvolveram um dispositivo capaz de monitorar a força exercida pelos membros superiores e inferiores de pacientes na utilização de muletas auxiliares durante a marcha. Para a monitoração os autores instrumentaram duas muletas tipo canadense, inserindo em cada uma delas um transdutor fabricado em duralumínio (2024 – T353) com extensômetros (excel, modelo 060 HB – 350L) configurados em ponte completa. Os autores dividiram o transdutor em três elementos A, B e C, sendo cada um sensível a uma direção de força nos eixos Z, X e Y (fig. 1). Cada um dos elementos suporta um esforço máximo de 500 N.

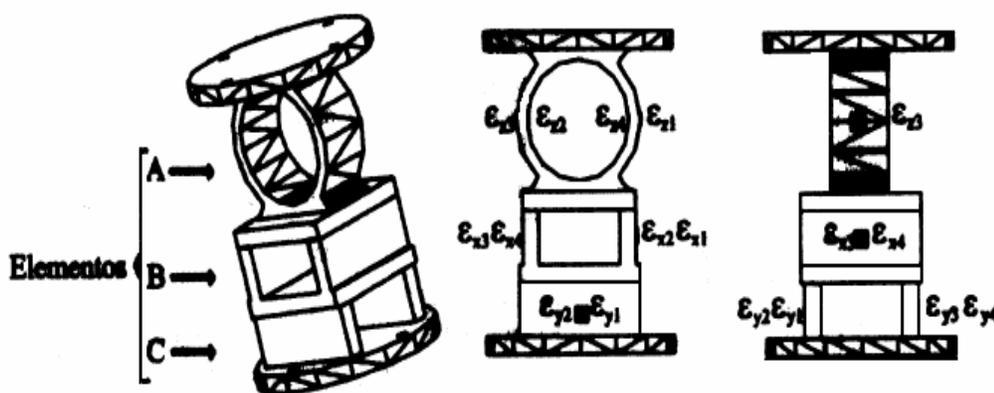


Figura 1 - Dimensões em milímetros e variáveis de cálculo do transdutor
Fonte: (FARIA E CARVALHO, 2002)

O elemento A representa um anel e mede as forças na direção Z. Os extensômetros do elemento A foram posicionados em sua região mais sensível. Quando solicitado um esforço de tração, a região externa do anel sofre compressão e a interna, tração. Os extensômetros ϵ_{z3} e ϵ_{z1} sofrem compressão, ϵ_{z2} e ϵ_{z4} sofrem tração. O elemento B mede as forças na direção X, quando uma força F_{cx} é aplicada, suas paredes sofrem flexão fazendo com que os extensômetros ϵ_{x2} e ϵ_{x1} sofram tração enquanto que ϵ_{x4} e ϵ_{x3} sofram uma compressão.

O elemento C é semelhante ao elemento B, diferindo apenas no braço do momento, mede as forças na direção Y.

Os autores realizaram a calibração estática dos transdutores, avaliaram a repetição de movimentos e realizaram várias medições, em 49 N, 196 N e 490 N para caracterizar a precisão dos elementos, constatando que apresentam resolução menor que 0,4 N e histerese inferior a 0,6%.

Mascaro e Asada (2001) utilizaram sensores para medição da força na ponta do dedo, pois no local onde é exercida a pressão, ocorre à diminuição do volume sanguíneo, o que conseqüentemente modifica os sinais recebidos por fotodetectores permitindo a avaliação relativa da pressão exercida (fig. 2). Quatro fotodiodos são posicionados ao longo do eixo longitudinal da unha e dois pares de fotodiodos são posicionados um de cada lado do eixo longitudinal. Seis diodos emitindo luz são distribuídos entre os fotodiodos de maneira a iluminar toda a unha com luz infravermelho. Os sinais dos fotodiodos são amplificados e enviados para um conversor analógico/digital. Estes sensores registram a quantidade de luz transmitida em função do volume adicional de sangue encontrado debaixo da unha. Quanto maior o volume de sangue maior a absorção da luz e menor a reflexão.

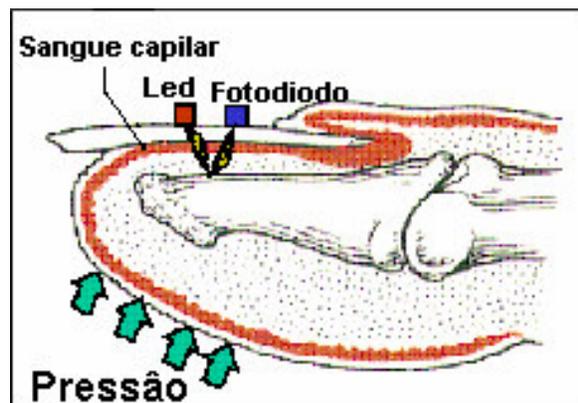


Figura 2 - Sensores de dedos

Figura 3 - Fonte: (MASCARO E ASADA, 2001)

Kobetic e Jin (1997) analisaram nas três direções ortogonais, as componentes de força exercida sobre barras de suporte auxiliares para locomoção. Para isso os autores utilizaram duas barras paralelas sustentadas por quatro pilares com transdutores, cada um instrumentado com 12 *strain gauges* configurados em três pontes de *Wheatstone*.

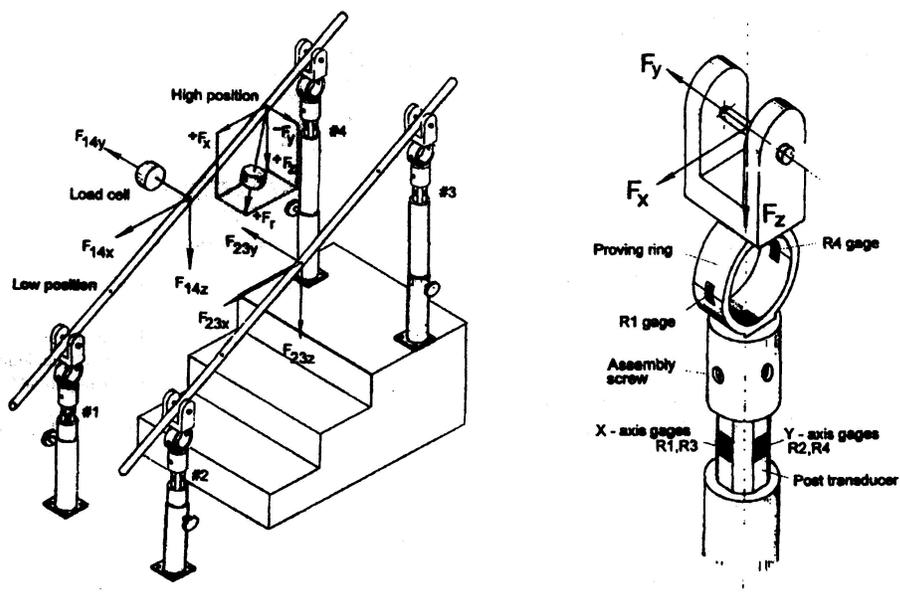


Figura 4 - Barra de Suporte
Fonte: (KOBETIC, 1997)

O pilar transdutor possui um anel de prova para medir a força vertical e um suporte em u para medir a força horizontal, ou seja, o portador de paraplegia posiciona suas mãos sobre as barras paralelas e estímulos elétrico funcional aplicados em pontos pré determinados em seus membros inferiores auxiliam a movimentação. A força nas mãos foi mensurada pelos dispositivos acoplados as barras.

A sensibilidade deste transdutor é de 6,28 mV/N para as forças no eixo X e Y. Os dados foram coletados com um conversor analógico / digital de 12 bits, com alimentação de ± 5 V. A máxima força que pode ser medida com este sistema é de 796 N. A resolução da força com ± 2 bits de ruído foi de 1,5N. A fim de aumentar a precisão do transdutor e reduzir a corrente, o duplo teste padrão do calibre EA-13-250-MQ-350 (M-M Measurement Group, Inc., Raleigh, NC) foi escolhido para medida das forças F_x e F_y . Este duplo teste padrão, também reduziu o erro obtido com a montagem simples de dois calibres lado a lado.

Os “strain gauges” em cada ponte de *Wheatstone* convertem a resistência em tensão diferencial. A implementação foi prevista para que R1 e R3 aumentam a resistência do *strain gauge* enquanto que R2 e R4 a reduzem em função das forças F_x , F_y e F_z .

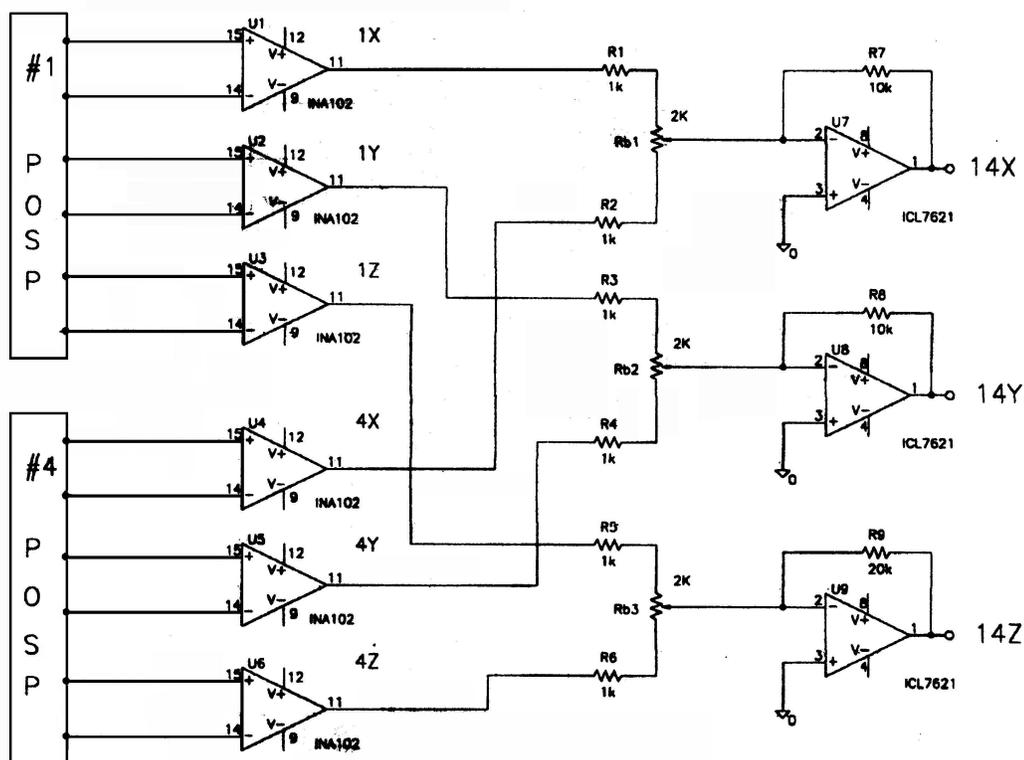


Figura 5 - Ponte de Wheatstone e circuito amplificador

Fonte: (KOBETIC 1997)

A força do *strain gauge* não pode exceder de 0.008 W/mm^2 quando se utiliza o alumínio sob excelentes condições de atrito e calor. A área da grade do medidor CEA-13-125-UM-350 usado para a prova do anel é de 8.06 mm^2 . Entretanto, o nível ideal de excitação do calibre não pode exceder 6 a 9 volts. A área da grade do medidor CEA-13-250MQ-350 para o transdutor é 20.13 mm^2 e o nível ideal de excitação do calibre não pode exceder 9-15 V. Entretanto, a tensão de excitação de 5 V satisfaz o requerimento da força de dissipação sem comprometer a exatidão das medidas.

Os amplificadores INA 102 (*Burr-Brown Corporation, Tucson, Arizona*) de alta resolução e baixa potência foram utilizados para amplificar as pequenas tensões de saída das pontes. O ganho do amplificador foi de 1000 para Fz e 577 para Fx e Fy. Os amplificadores ICL7621 (*Intersil, Inc., Cupertino, CA*) foram utilizados para amplificação adicional da força Fz. O balanço de ganho do potenciômetro Rb ($2\text{K}\Omega$) foi adicionado ao circuito para ajustar cada ganho do canal, e para ser idêntico para cada barra.

O sistema de medição da força exercida nas barras foi testado em todas as oito direções do sistema retangular de coordenadas cartesianas para diferentes posições das barras. As tensões foram convertidas nas forças F_{14x} , F_{14y} , F_{14z} , F_{23x} , F_{23y} , F_{23z} . O resultado em três dimensões que as forças exerceram sobre as barras para varias posições e direções foram calculadas pela equação

O erro do sistema foi determinado pelas equações 2.1 e 2.2:

$$F_r = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}. \quad (2.1)$$

$$E_f = \left(\frac{F_r - F_{lc}}{F_{lc}} \right) \times 100\% \quad (2.2)$$

2.2 PALMILHAS INSTRUMENTADAS

Para monitorar os esforços dos membros inferiores Faria e Carvalho (2002) projetaram duas palmilhas (fig. 5) que podem mensurar os esforços dos pés de pessoas com peso de até 980 N. Nelas foram inseridas transdutores fabricados em aço inox (15 PH) instrumentados com extensômetros (Excel, modelo TA – 06 – 228CA – 350 – S).



Figura 6 - Ilustração das palmilhas com os transdutores
Fonte: (FARIA E CARVALHO, 2002)

O modelo da palmilha e o posicionamento dos transdutores foram escolhidos com orientação médica, sendo verificada uma maior concentração de esforços na região do hálux, metatarso 1, metatarso 5 e calcanhar. Os transdutores foram divididos em três elementos: camisa, diafragma onde foi colocado o extensômetro e aplicador (fig. 6). O extensômetro utilizado é constituído de quatro partes sendo ϵ_1 e ϵ_2 sensíveis a deformações radiais e ϵ_3 e ϵ_4 sensíveis a deformações longitudinais. Para todos os transdutores foi implementado um circuito de condicionamento de sinais com amplificadores de instrumentação INA 102 de baixa potência e alta precisão.

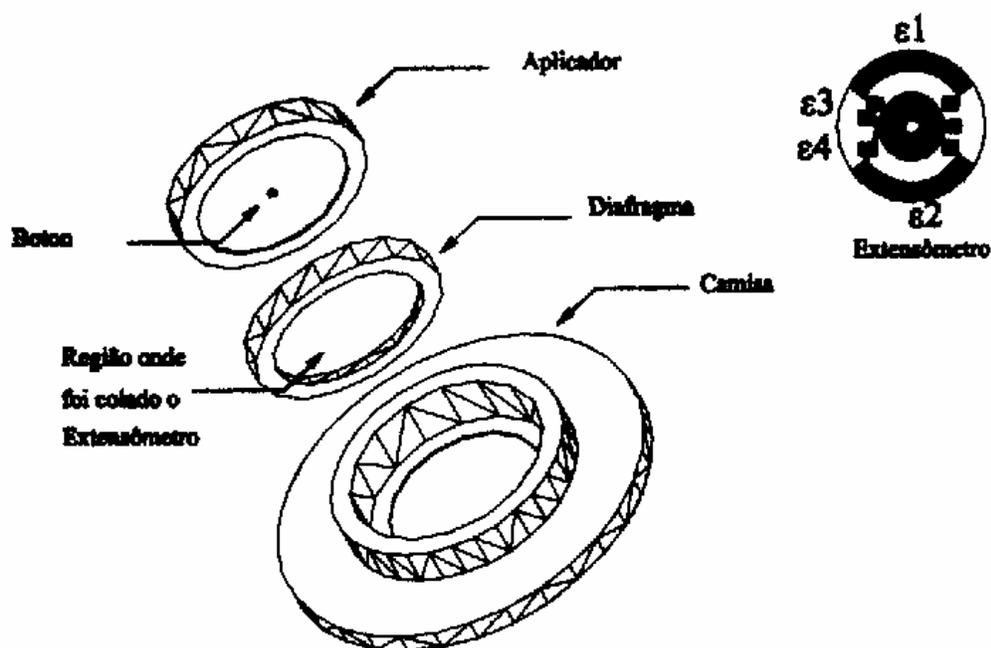


Figura 7 - Ilustração dos transdutores e extensômetros
Fonte: (FARIA E CARVALHO, 2002)

Os transdutores das palmilhas foram projetados para medir os esforços exercidos nos pés de pessoas com peso de até 980 N e apresentaram resolução inferior a 0,3 N, histerese menor que 0,8 % e tempo de descida inferior a 3,7 ms.

Harris et al (1996) instrumentaram a palmilha de um sapato com 6 células de carga “*strain gauge*” montadas na região abaixo do calcanhar, primeiro e segundo cubóide, primeiro e quinto metatarso, e dedão do pé. Os autores utilizaram uma plataforma de registro de força parafusada no chão do laboratório, um microprocessador 65C02, um amplificador portátil de

seis canais, um sistema de aquisição de dados computadorizado (IBM PC), um cartão conversor de dados (DT2821, Marlboro, MA), e software ILS (*Interactive Laboratory System*), para a aquisição e processamento dos sinais analógicos.

Harris et al (1996) observaram dez indivíduos adultos do sexo masculino, que apresentavam um histórico sem registro de ferimento nas baixas extremidades. Os indivíduos caminharam descalços por 10 metros livremente com um ritmo normal e com passos largos, pisando com o pé esquerdo diretamente na plataforma de força, realizando a aquisição dos dados, durante aproximadamente 60 minutos. A seguir eles realizaram os testes com a palmilha. Para tanto caminharam novamente com um ritmo natural, com passos largos, utilizando o sapato instrumentado no pé esquerdo e, no pé direito, um sapato não instrumentado. Os autores analisaram os dados e verificaram que existem diferentes tipos de pressões na região plantar, e que o dispositivo permite analisar quantitativamente a evolução dos parâmetros anteriormente analisados (passos largos, cadência e velocidade). Sendo assim, o dispositivo favorece e facilita a seleção de órteses e próteses nas patologias dos pés, adequando-as para cada tipo de paciente, servindo de complemento para avaliação da evolução funcional.

Razian e Pepper (2003) desenvolveram um dispositivo para analisar as forças empregadas durante a marcha para análise das patologias do pé. Os autores visavam a medição das forças exercidas entre a superfície plantar do pé e o calçado, desenvolvendo para isto uma miniatura de um transdutor triaxial (10 x 10 x 2.7 mm e um peso de somente 2g.), capaz de medir simultaneamente três forças ortogonais utilizando um elemento simples de copolímero piezo-elétrico P (VDF-TrFE). Os transdutores foram dispostos na palmilha de forma que abrangessem os pontos de maior pressão. A sensibilidade do transdutor, a linearidade, a histerese e o “*cross-talk*” foram avaliados com o dispositivo. O sistema também permitiu a medição e análise simultânea dos vários parâmetros semelhantes ao passo e o estresse relacionado à pressão vertical durante a passada, sendo esta um fator relevante para o desenvolvimento de úlceras da superfície do pé do diabético.

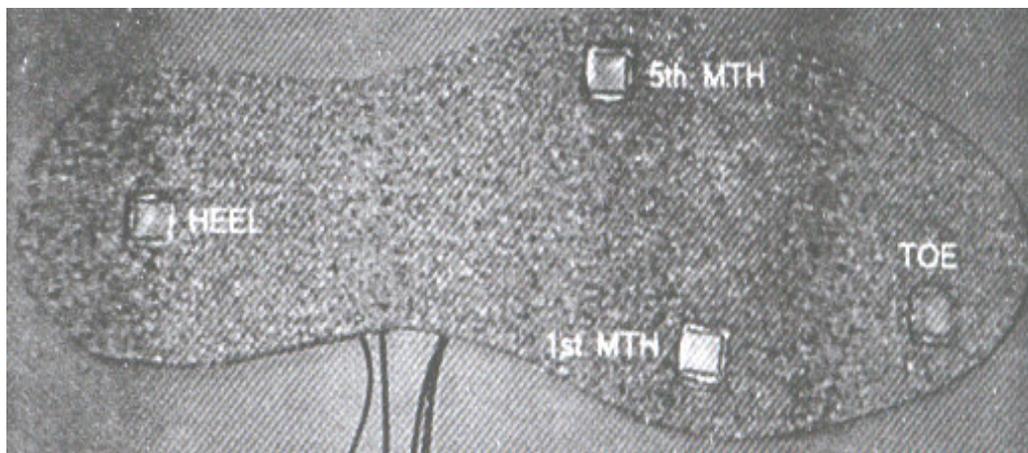


Figura 8 - Palmilha com transdutores
Fonte: (RAZIAN E PEPPER, 2003)

Faraj et al (1996) desenvolveram um sistema portátil para aquisição de dados da pressão na planta dos pés na reabilitação de crianças com paralisia cerebral. Para as medições, utilizaram 12 sensores de pressão de polímeros condutivos FSR (*Force Sensing Resistor*), um regulador de tensão (LP2951 ACM), 4 amplificadores operacionais de baixa tensão (OP490GS) e 12 conversores analógicos digitais de baixa potência (MAX190BCNG), oito microprocessadores semicondutores (DS5001FP-16, Dallas, TX) operando com um *clock* de cristal de frequência 11.0592 MHz, um multiplexador analógico monolítico de 16 canais (DG506ACWI), um decodificador de linha (74HC138A), um *driver* de entrada RS-232 (MAX232CWE), e outro circuito de interface I/O. O circuito foi montado em duas placas de circuito impresso e alimentado por 5 baterias recarregáveis AA de 1,2V de Ni-Cd. Um microprocessador série 8051 controla a aquisição dos dados. O software foi escrito na linguagem *Assembly*. Os dados são carregados no computador IBM-486 para processamento, análise, e exposição. A comunicação entre a unidade portátil e o PC-486 é realizada pela porta serial de 9600 b/s, a transferência de dados é feita através da porta paralela da impressora taxa de 19000 bytes/s. Um software adicional foi escrito em linguagem C para converter os dados de tensão em pressão, determinar os vários parâmetros do passo, fazer a análise estatística, e mostrar os resultados.

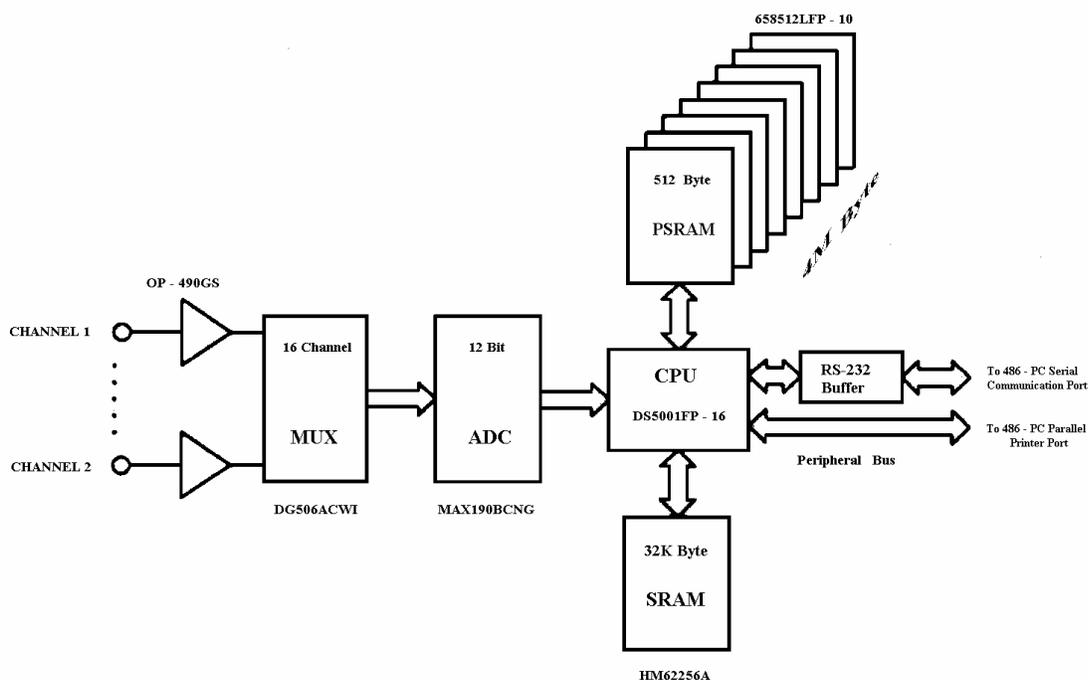


Figura 9 - Arquitetura do sistema de aquisição de dados
 Fonte: (FARAJ, 1996)

Faraj et al (1996) escolheram o sensor FSR foi escolhido porque oferece flexibilidade, durabilidade, confiabilidade, tolerância a sobrecarga, eletrônica simples, e baixo custo (menos que \$ 4,00). A caracterização estática e dinâmica do sensor revelou que a histerese ficou entre 5-10% quando a pressão for de 0-1.2 Mpa. O sensor exibiu maior sensibilidade para baixa pressão do que para alta pressão. Para reduzir a histerese excessiva devida a deformação do sensor, um pequeno disco de aço inoxidável (15 mm diâmetro, 0.55 mm espessura) foi montado na parte de trás de cada um, sustentando a parte plana durante todo o ciclo do passo. Os sensores foram embutidos em uma palmilha, em 6 determinadas áreas anatômicas, abaixo do calcâneo, centro do pé médio e lateral, metatarso, hálux. Os locais dos sensores foram determinados com uma técnica de medida da pegada usando uma impressão do pé APEX (mata-borrão). A longo prazo, o sistema poderá ser utilizado como uma ferramenta de monitoração de possíveis alterações no processo de reabilitação, terapêuticas com tratamento cirúrgico ou não.

3 IMPLEMENTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS

3.1 INTRODUÇÃO

Para esta pesquisa, desenvolvemos três dispositivos que simulam instrumentos musicais. Os dispositivos foram projetados para serem versáteis e de fácil utilização, no tratamento, no ensino e no aprendizado.

O primeiro dispositivo, um controlador de seqüências, é formado por uma interface com seis interruptores com figuras de bichos, ligados a um circuito baseado em um microcontrolador e um sistema gravador e reproduzidor do som de cada animal. O programa para gerenciar as seqüências e calcular os resultados foi desenvolvido em linguagem assembler.

Para o segundo dispositivo, um controlador de ritmo, utilizamos uma interface com seis interruptores conectados a um computador portátil. Um programa desenvolvido em linguagem Delphi gera as frases musicais, controla o tempo entre as seqüências e verifica se o usuário segue o ritmo correspondente à música. Caso demore mais que o tempo programado entre um intervalo e outro, uma mensagem de erro é gerada na tela do computador.

O terceiro dispositivo destinado a evidenciar a força com a qual a criança pressiona um acionador, é formado por um sensor de força FSR (*Force Sensor Resistor*), um amplificador operacional, uma interface e um computador portátil. Este dispositivo controla o volume do som produzido, conforme a força com que o usuário toca o sensor. Um programa em linguagem Delphi simula um ambiente de discoteca.

3.2 DISPOSITIVO CONTROLADOR DE SEQUÊNCIA

3.2.1 Funcionamento

O dispositivo é versátil, o terapeuta pode programar quantas seqüências quiser, variar o número e a ordem dos interruptores. O terapeuta pressiona-os numa seqüência gerando sons que ficam armazenados no microcontrolador. A criança deve repetir essa seqüência. Quando acertar, o circuito reproduz o som planejado comprovando o acerto, caso contrário uma mensagem de erro é mostrada e o programa retorna a fase inicial.

3.2.2 O circuito eletrônico

Utilizamos um circuito baseado em um microcontrolador da Atmel família AT89s8252, (fig. 10) que utiliza uma memória de programa (ROM) para ler as instruções e uma memória (RAM) para armazenar temporariamente as informações de uso próprio das instruções.

Para registrar os diferentes tipos de sons, utilizamos uma placa de som projetada para o *CHIP* ISD2560p (fig. 9). O som é registrado em barramentos de dados através de um microfone, com duração máxima de 60 segundos.

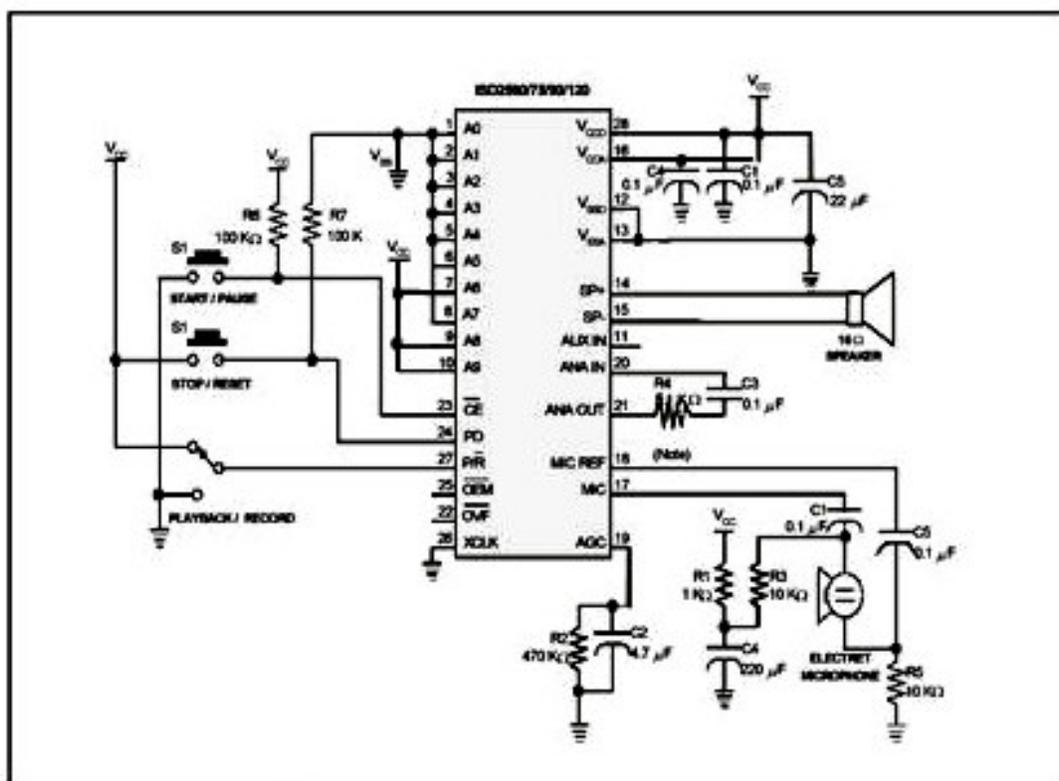


Figura 10 - *Layout* do circuito gravador de som

Utilizamos dois *chips* isd2560p para a gravação. Em um dos *chips* gravamos sons de animais, um som de indicação de erro e uma música para o final correto.

No outro *chip* gravamos apenas a indicação de erro e a música para o final correto para permitir realizar o exercício sem sons.

3.2.3 A interface

Dispomos seis interruptores em caixas plásticas pretas de dimensões 5,8 cm x 7,3 cm, sobrepostas a placas de isopor revestidas por uma camada de contact na cor preta. Na superfície de cada caixa plástica fixamos com velcro, figuras de EVA, divididas em três categorias distintas, sendo animais (cavalo, cachorro, gato, porco, vaca e leão), alfabeto e números (fig. 10).



Figura 11 - Foto dos botões

Acomodamos o circuito e a placa de som em uma caixa plástica preta de dimensões 13x34. No painel, um *display* LCD e quatro *leds* de alta intensidade correspondem aos interruptores, sendo que quatro interruptores acendem um *led* e dois interruptores acendem dois *leds* ao mesmo tempo. Um interruptor preto permite registrar a sequência, e um vermelho dá início a sequência.



Figura 12 - Painel de controle do 1º dispositivo

3.2.4 O programa do 1º dispositivo

Desenvolvemos um programa em linguagem Assembler, que registra a quantidade de interruptores pressionados para formar uma sequência, armazena esses dados no microcontrolador e permite a reprodução quando a ordem é correta.

Quando o interruptor é pressionado, sua localização é registrada e o programa busca o som correspondente, armazenado no *chip*. Caso a sequência executada não seja a escolhida, o programa gera uma mensagem de erro e retorna para o início, e assim sucessivamente a cada erro cometido registrando a quantidade destes. Quando o usuário reproduz corretamente a sequência, o programa encerra automaticamente o jogo, gerando uma mensagem de acerto e tocando uma música.

3.3. CONTROLADOR DE RITMOS

3.3.1. Funcionamento

O usuário deve reproduzir uma sequência programada seguindo o ritmo da música. Na tela do computador há seis botões coloridos e um personagem em forma de banana aparece sobre os botões indicando a sequência que o usuário deve reproduzir (fig. 12).

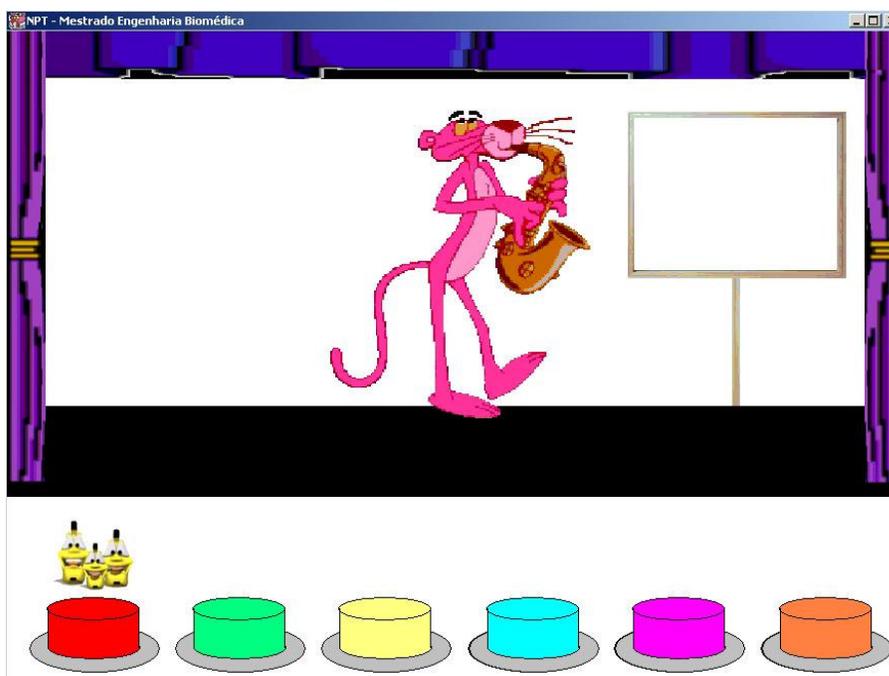


Figura 13 - Personagem em forma de banana indicando a sequência

Neste jogo utilizamos como protagonista a pantera cor de rosa (fig. 13), que é um personagem carismático e tem a função de atrair e manter a atenção do usuário. Quando o usuário completa a sequência corretamente, desce uma cortina e a personagem da pantera aparece com uma mensagem parabenizando o usuário (fig. 14). No canto esquerdo superior, há um contador para reiniciar o jogo, que pode ser também reiniciado automaticamente quando o usuário erre a sequência, uma bengala puxa a pantera fora do cenário (fig. 15) e a figura da pantera triste aparece com uma mensagem para tentar novamente (fig. 16). Após reiniciar o jogo, aparece na tela um pontuador que indica a quantidade de vezes que o usuário errou ou acertou a sequência através de uma figura alegre ou assustada.

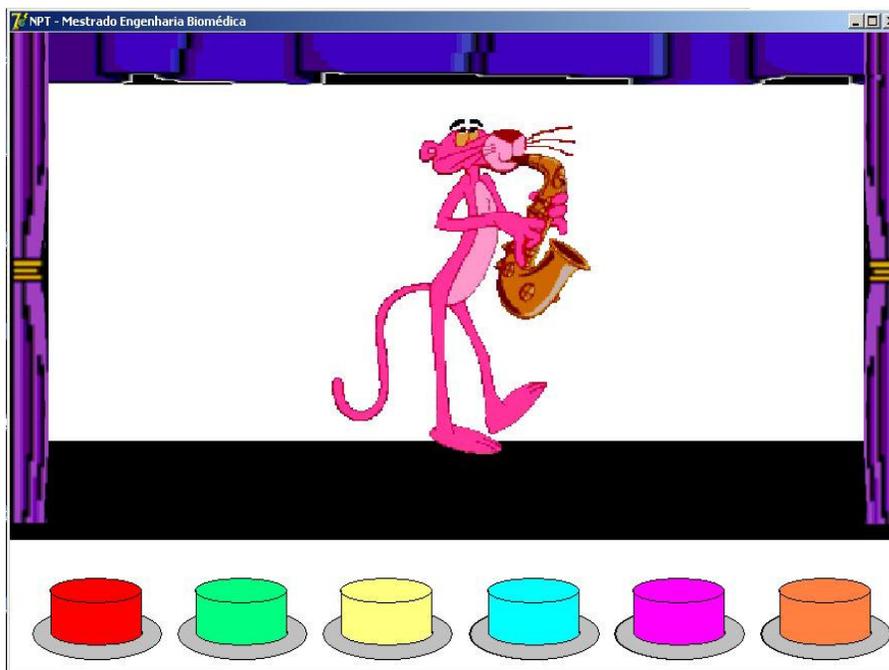


Figura 14 - Tela principal do jogo



Figura 15 - Tela do 2º jogo indicando que a sequência foi concluída com sucesso

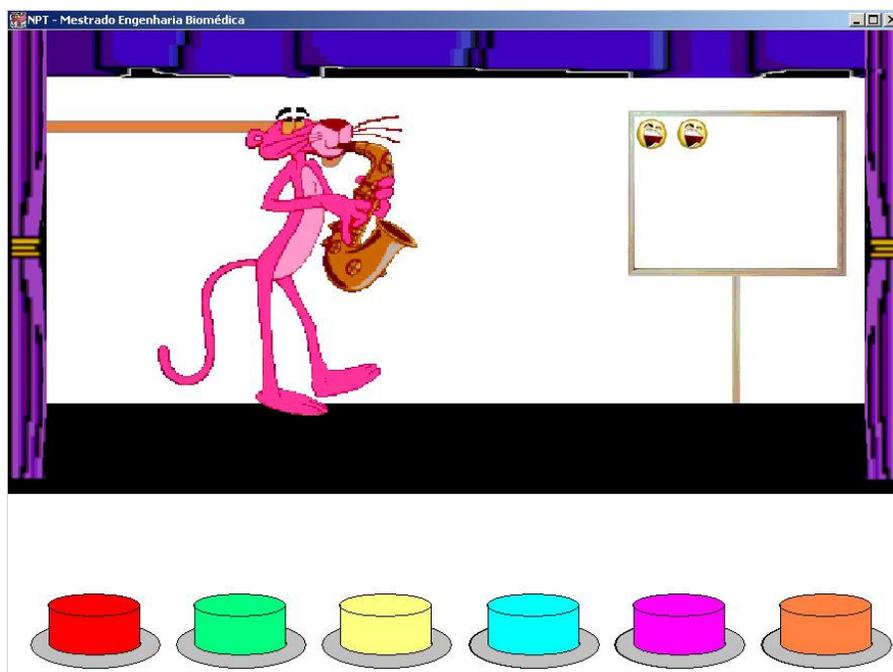


Figura 16 - Tela onde a pantera é puxada pela bengala



Figura 17 - Tela do 2º jogo indicando erro

3.3.2. A interface

A interface consiste de seis botões C1, C2, C3, C4, C5, C6 que podem ser dispostos de acordo com a necessidade do usuário ou o objetivo determinado pelo terapeuta.(fig. 17).

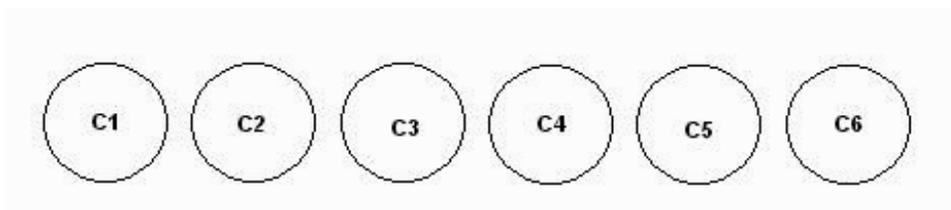


Figura 18 - Interface do 2º dispositivo com botões

3.3.3. Programa do 2º dispositivo

O jogo foi desenvolvido em ambiente de programação Delphi proporcionando uma interface gráfica amigável, que contém a personagem da pantera cor de rosa tocando um sax sobre um palco e três bananas saltando sobre os botões indicando a sequência, além de um dispositivo com seis botões coloridos (do vermelho ao cinza) correspondentes aos interruptores do jogo e dois botões adicionais (azul claro e preto) que têm funções de reiniciar e encerrar o jogo (fig. 18).



Figura 19 - Dispositivo com os botões coloridos

Quando um interruptor é pressionado, executa um algoritmo que avalia se a posição escolhida corresponde à posição inicial da sequência. Se for igual aciona uma nota musical e muda para o próximo valor da sequência. Se diferente retorna a fase inicial. Para completar o jogo o usuário deve acertar todas as posições da sequência.

De início o algoritmo, apresentado no fluxograma da fig. 19, armazena cada valor da sequência digitado pelo usuário em um vetor de n dimensões. Após a leitura da sequência é executado um loopin, onde o usuário ativa um interruptor e passa um parâmetro para o programa. O algoritmo lê esse valor e faz uma comparação com o valor do vetor da sequência. Caso não sejam iguais, é acrescentado um à variável errado; o algoritmo aciona uma cortina que desce na tela e uma imagem animada da pantera cor de rosa triste aparece com uma mensagem de tente novamente; retorna ao início e espera outra entrada do usuário. Se a entrada for igual ao valor atual da sequência o programa executa uma nota musical, a imagem do botão é pressionado e muda para o próximo valor da sequência. Após o usuário acertar todos os valores do vetor, o programa exibe uma cortina na tela e a pantera cor de rosa aparece com uma mensagem de parabéns. Cada vez que o usuário completa a sequência, é exibido um quadro com uma carinha feliz e, a cada erro, aparece uma carinha assustada. Cada interruptor acionado é interpretado pelo programa que mostra na tela um quadro com a quantidade de acertos e falhas. O jogo termina quando o usuário completar o quadro com vinte carinhas, felizes ou assustadas, (fig. 20).

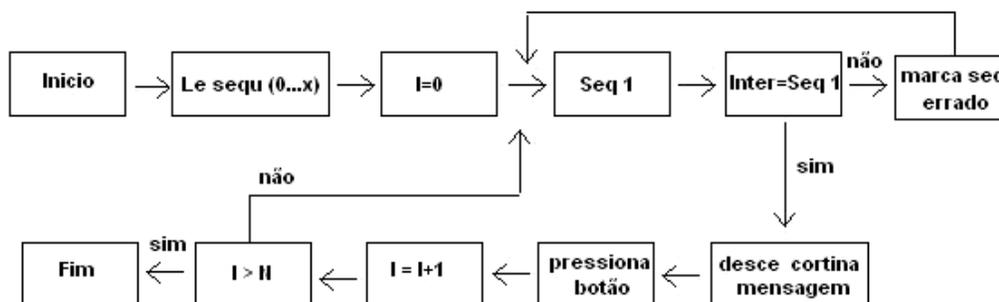


Figura 20 - Fluxograma do 1º jogo



Figura 21 - Tela com o quadro confirmando os acertos e erros nas tentativas

3.4. REGULADOR DE FORÇA

3.4.1. Funcionamento

O usuário deve pressionar o sensor controlando a força exercida sobre o dispositivo. A variação de resistência proporcionada pelo sensor é enviada a um computador portátil e modifica o nível de uma barra de nivelamento marcada com as cores vermelho, amarelo e verde e colocada no canto direito da tela do monitor. Para que a música toque e os personagens de galinhas dançam, o usuário deve manter o indicador na área verde. Se o indicador permanece cinco segundos na área verde, aparece na tela um personagem batendo palmas. Caso o usuário pressione o sensor um pouco menos ou um pouco mais, o indicador irá para o nível amarelo e um personagem chamando a atenção aparecerá. Se o usuário deixar de pressionar o botão ou pressioná-lo com muita força, o indicador irá para a área vermelha, a música parará de tocar e um personagem assustado aparecerá junto com um personagem decepcionado. Para completar o jogo o usuário deve manter pressionado o dispositivo até o preenchimento indicador na parte inferior da tela.

3.4.2. Programa

O software foi desenvolvido em ambiente de programação Delphi proporcionando uma interface gráfica amigável, com duas galinhas que dançam sobre pisos luminosos em um ambiente de discoteca, um ratinho que encerra o jogo, seis luminárias, duas caixas de som, uma barra com três cores: vermelho, amarelo e verde.

Quando o sensor é pressionado, executa um algoritmo que capta o valor correspondente à pressão exercida, avalia se o valor corresponde ao solicitado e o transforma em nível na barra de deslocamento.

De início o algoritmo armazena cada valor fornecido ao pressionar o sensor em um vetor de n dimensões. O algoritmo lê esse valor e faz uma comparação com os valores do vetor da barra de nivelamento de força, correspondente as cores vermelho, amarelo e verde, o resultado da comparação fornece as carinhas em suas variadas formas atendendo as características da pressão.

Caso o valor corresponda ao nível vermelho, o algoritmo paralisa o jogo acionando o personagem do rato. Se o valor corresponder a área amarela ou verde o algoritmo aciona a música e todos os personagens do jogo. Cada vez que o usuário atinge o nível vermelho, é acrescentado uma carinha de decepção, ao atingir a área amarela é acrescentado uma carinha chamando a atenção e ao atingir a área verde e conseguir manter esse nível por um período de cinco segundos, é acrescentado uma carinha alegre.

Cada interruptor acionado é interpretado pelo programa que mostra na tela um quadro com todas as carinhas indicando a quantidade de acertos e falhas. O jogo termina quando o usuário completar o quadro com quatorze carinhas (fig. 21)

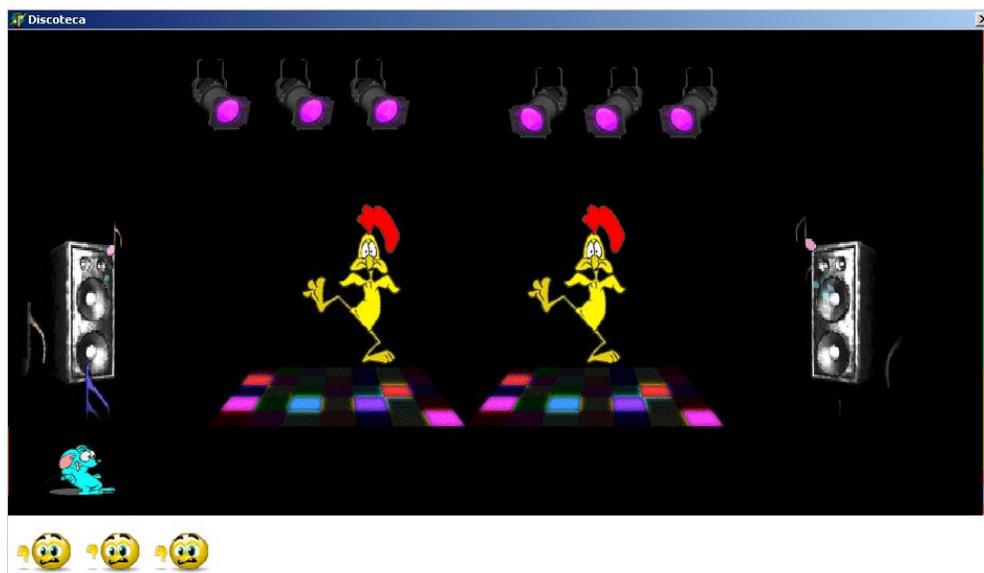


Figura 22 - Jogo da galinha

3.4.3. O circuito eletrônico

Para o terceiro dispositivo utilizamos um sensor de força FSR (force sensor resistor) acondicionado em uma superfície emborrachada, um amplificador operacional e um computador, onde criamos um ambiente de discoteca.

3.4.3.1 Descrição do sensor FSR

O FSR é um transdutor feito com um filme de polímero denso construído em duas camadas. A camada inferior consiste de um polímero sensível semicondutivo. A camada superior incorpora e interliga as partes do eletrodo impressas nela. As duas camadas são laminadas e sobrepostas com uma combinação adesiva (fig. 22).

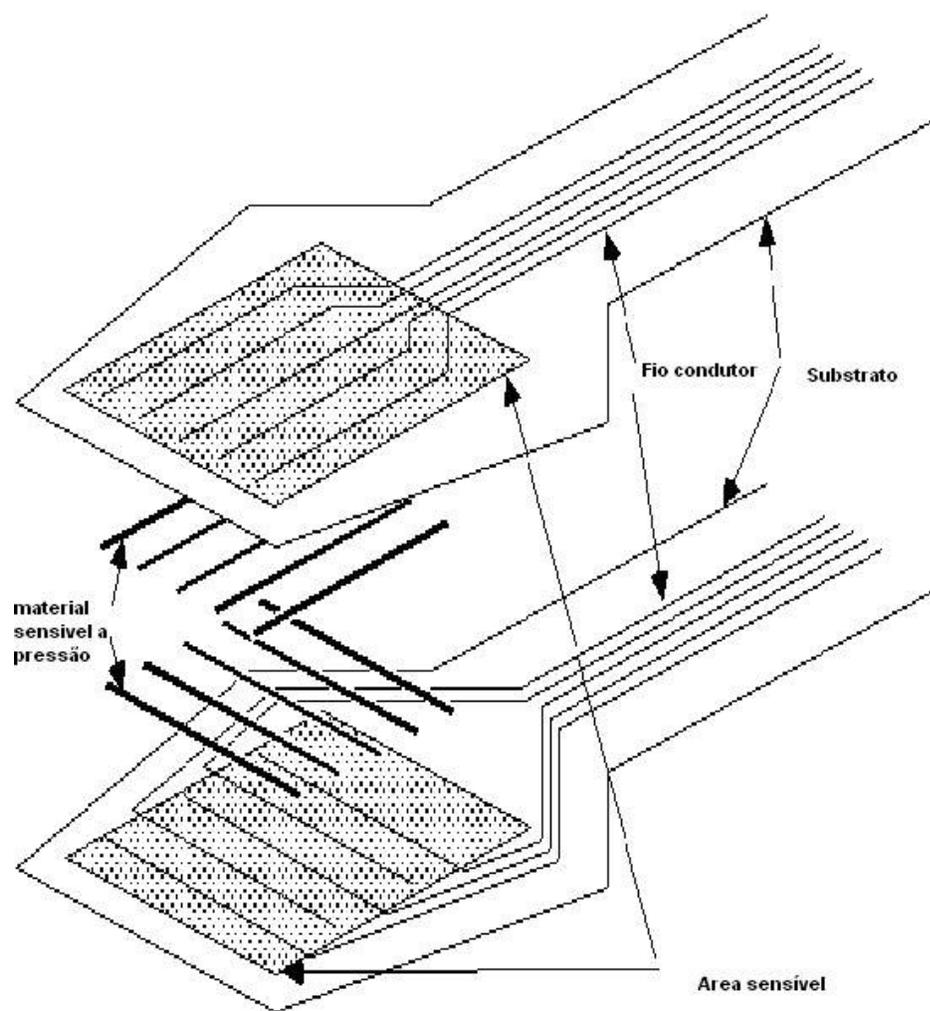


Figura 23 - Sensor de força FSR
Fonte: <http://www.tekscan.com/technology.html>

O sensor FSR tem a propriedade de modificar sua resistência em função da força exercida sobre ele. Na ausência de pressão, o circuito é aberto, quando aumenta a pressão às mudanças da camada condutiva causam uma variação da resistência (fig. 23). Um amplificador operacional ligado ao FSR converte essa variação em níveis de tensão.

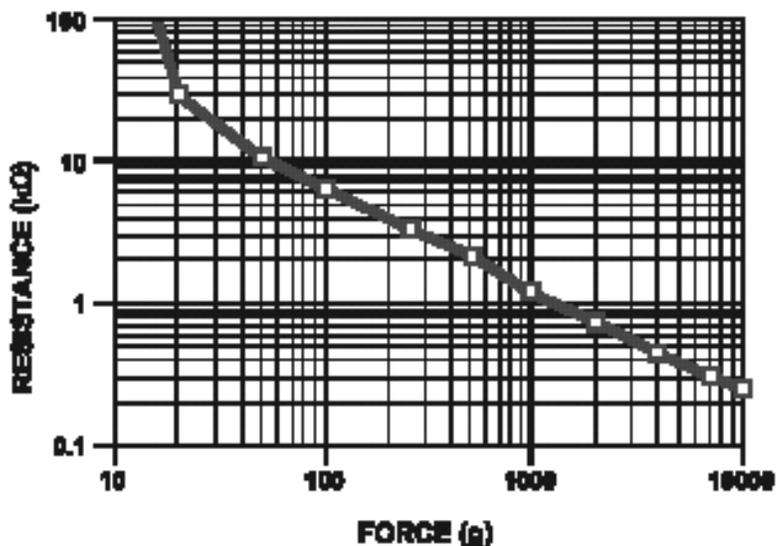


Figura 24 - Curva de calibração do sensor FSR
 Fonte: <http://www.androidworld.com/prod59.htm>

A figura 23 apresenta 3 regiões podem ser destacadas:

“Switch” ou “break force”: onde ocorre uma queda forte da resistência (de 100 kΩ a 10 kΩ) para cargas pequenas (da ordem de 50g/cm²).

“Log/log”: para cargas acima desse valor, a resistência é definida pela equação 3.1 sendo:

$$R = \frac{k}{F}$$

$$\Rightarrow \log R = -k \cdot \log F \quad (3.1)$$

onde k é uma constante.

“Linear”: para cargas maiores que 500g/cm², a variação da resistência torna-se menor com variação linear de R com F, sendo a equação 3.2:

$$R = k \cdot F \quad (3.2)$$

3.4.3.2 Circuito eletrônico para tratamento dos sinais

Acoplamos o sensor FSR ao computador utilizando um amplificador operacional (fig.24).

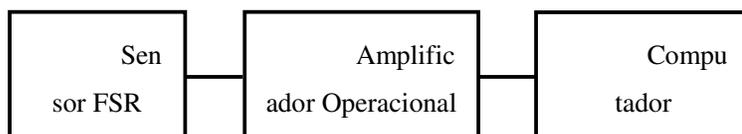


Figura 25 - Diagrama de blocos do circuito

Utilizamos um amplificador operacional LM358N, montado como amplificador inversor como mostrado na fig. 25.

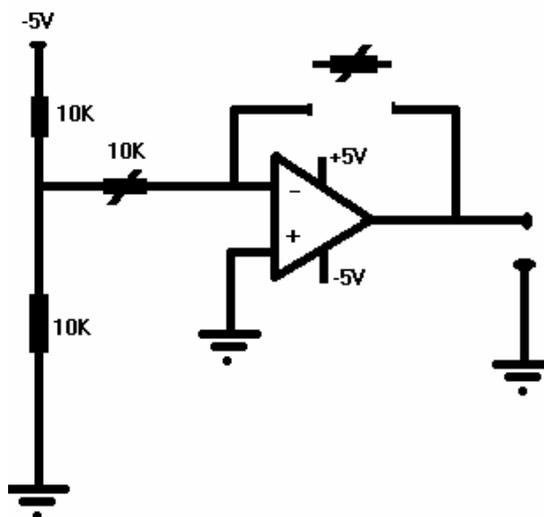


Figura 26 - Circuito eletrônico LM358N

3.4..3.3 Calibração do sensor FSR

Para calibrar, aplicamos sobre o sensor massas de 100g até atingir 1,7 kg, marcamos três valores no potenciômetro: 11,5 k Ω , 23 k Ω e 45 k Ω e registramos a tensão produzida para cada peso, como visto na tabela 1, obtendo assim três curvas de calibração (fig. 27).

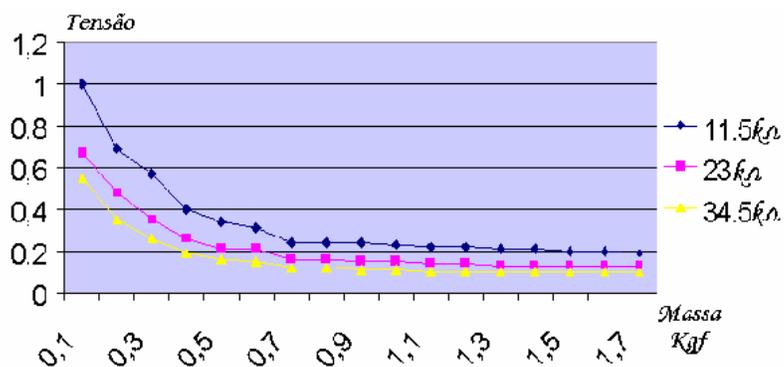


Figura 27 - Curvas de calibração do sensor.

Relação das tensões em função das massas.

Kgf	V em volts		
	Para 11.5k Ω	Para 23k Ω	Para 34.5k Ω
0,1	1,00	0,67	0,55
0,2	0,69	0,48	0,35
0,3	0,57	0,35	0,26
0,4	0,40	0,26	0,19
0,5	0,34	0,21	0,16
0,6	0,31	0,21	0,15
0,7	0,24	0,16	0,12
0,8	0,24	0,16	0,12
0,9	0,24	0,15	0,11
1,0	0,23	0,15	0,11
1,1	0,22	0,14	0,10
1,2	0,22	0,14	0,10
1,3	0,21	0,13	0,10
1,4	0,21	0,13	0,10
1,5	0,20	0,13	0,10
1,6	0,20	0,13	0,10
1,7	0,19	0,13	0,10

O sensor apresentou uma boa sensibilidade com o valor do potenciômetro em 11,5 K Ω para a faixa de 100g a 700g , sendo que para valores abaixo de 100g e acima de 700g, a sensibilidade é reduzida.

Para os demais valores a variação não é significativa.

Aplicamos o programa ORIGIN, que ajusta a curva de calibração e fornece a equação matemática (3.3) da força em função da tensão, fornecida pelo sensor gerando o gráfico (fig. 28).

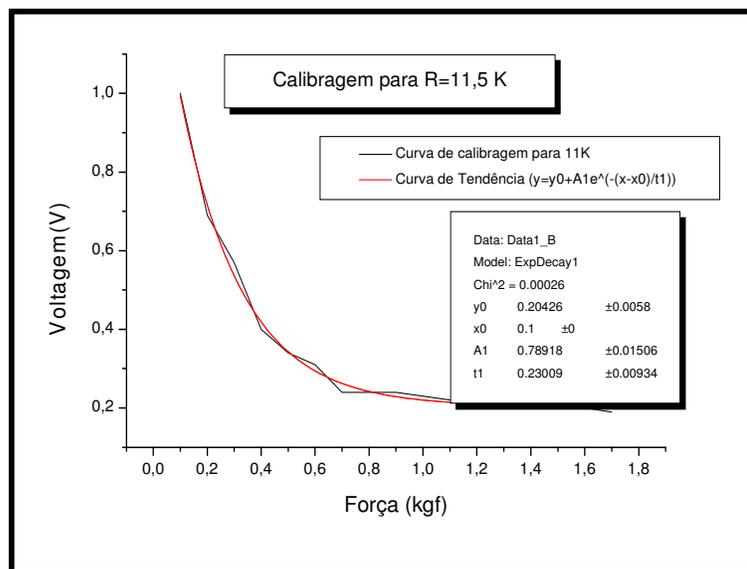


Figura 28 - Curva de calibração na tela do microcomputador.

$$Y = Y_0 + A1 \cdot e^{\left(\frac{-(X-X_0)}{t1}\right)} \quad (3.3)$$

4 RESULTADOS

4.1 PROTOCOLO DE TESTE

O objetivo dos exercícios realizados com o primeiro dispositivo é fazer com que as crianças trabalhem a atenção e a memória de curto prazo na primeira fase, a memória auditiva e visual na segunda fase e a memória de retenção na terceira fase. O segundo dispositivo utiliza o ritmo para auxiliar a memorização, enquanto que no terceiro dispositivo as crianças devem controlar a força com a qual pressionam o interruptor.

Para cada jogo foram elaboradas sequências de exercícios aumentando o grau de dificuldade variando a posição dos interruptores e o ritmo. Os testes foram acompanhados por um terapeuta.

Para os testes com o primeiro dispositivo foram planejadas as oito sequências de exercícios mostrados na tabela 2 sendo as quatro primeiras sequências realizadas com três interruptores colocados em linha, na ordem cachorro, vaca, leão e as quatro últimas com quatro interruptores colocados também em linha na sequência cachorro, vaca, leão e cavalo (fig. 28).



Figura 29 - Posição dos botões

Na primeira fase, o terapeuta apertou uma sequência de botões que emitiram os sons associados às imagens coladas neles e solicitou que a criança repetisse a sequência. Cada vez que a criança apertava um botão fora da sequência uma mensagem de erro era emitida e ela tinha oportunidade para recomeçar. No último exercício, após o terapeuta demonstrar a sequência e antes do usuário repetir a mesma, lhe foi feita uma pergunta qualquer para testar sua memória de curto prazo.

Na segunda fase, realizada em dia posterior, com o mesmo grupo que já tinha feito os exercícios, foi solicitado que o jogador ficasse de costas para o dispositivo durante a demonstração. O terapeuta apertou os botões na seqüência oito já realizada anteriormente e a criança que somente escutou os sons dos bichos teve que repeti-la. O mesmo foi feito com a seqüência dois.

Na terceira fase, foi retirado o som correspondente aos animais colados nos interruptores deixando apenas as musicas que indicam quando o usuário errou a seqüência ou acertou. Nesta fase foram utilizados as mesmas seqüências da primeira fase.

Seqüência adotada com o primeiro dispositivo

Seq -1	Leão	Cavalo	Vaca	
Seq -2	Cachorro	Vaca	Leão	
Seq -3	Cavalo	Vaca	Leão	
Seq -4	Cachorro	Leão	Vaca	
Seq -5	Leão	Cavalo	Vaca	Cachorro
Seq -6	Cachorro	Vaca	Leão	Cavalo
Seq -7	Cavalo	Leão	Cachorro	Vaca
Seq -8	Cachorro	Cavalo	Vaca	Leão

Para o segundo dispositivo foi elaborada uma seqüência, utilizando as caixas C1, C2, C3, C4, C5 e C6, posicionadas em linha, na altura da cintura do usuário (fig 29).

O exercício testado solicita batidas alternadas seguindo a seqüência C1 C4 C1 C4 C6 C5 C3.

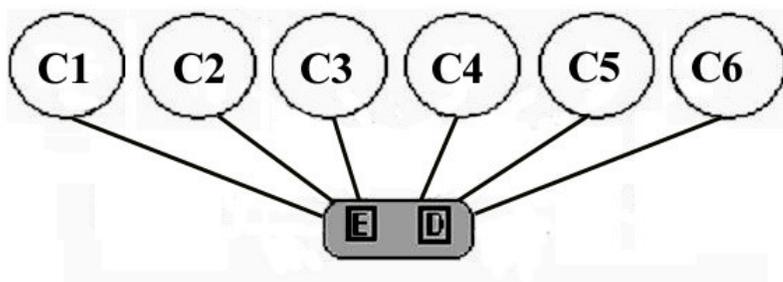


Figura 30 - Disposição das caixas em linha

Para testar o terceiro dispositivo o invólucro contendo o sensor de força foi colocado sobre uma mesa à frente do computador. O usuário posicionado de forma a alcançar facilmente o sensor e ter uma visão do jogo na tela do computador devia pressionar o sensor controlando a sua força para tocar a música e manter a discoteca funcionando.

Dois especialistas em jogos computadorizados avaliaram o segundo e o terceiro jogo analisando a atratividade e o nível de dificuldade, comparando esses itens com jogos comerciais.

4.2. CASUÍSTICA

Os testes foram aplicados por dois terapeutas ocupacionais e dois fisioterapeutas em três grupos de usuários. Sendo o primeiro grupo formado por três crianças portadoras de deficiência mental não portadoras de Síndrome de Down com idade entre doze à quatorze anos, o segundo grupo com três crianças portadoras de Síndrome de Down de grau moderado e leve com idade entre dez à quatorze anos, o terceiro grupo com dois jovens adultos portadores de Down com idades de dezesseis e vinte e sete anos.

A tabela 3 relaciona usuários, idades, sexos, categorias e nível de deficiência.

Tabela de usuários com suas características

Usuário	01	02	03	04	05	06	07	08
Sexo	FEM	FEM	MASC	MASC	FEM	MASC	MASC	FEM
Idade	14	14	12	13	10	14	16	27
Categoria	DM	DM	DM	SD	SD	SD	SD	SD
Nível	M	L	L	M	M	M	M	L

Legenda: FEM – Feminino
 MASC – Masculino
 DM – Deficiência mental
 SD – Síndrome de Down
 L – Leve
 M – Moderado

4.3. RESULTADO DOS TESTES COM O 1º DISPOSITIVO

A tabela 4 apresenta o desempenho de cada usuário na primeira fase.

Tabela de desempenho de cada usuário na primeira fase

Usuário	Seq1	Seq 2	Seq 3	Seq 4	Seq 5	Seq 6	Seq 7	Seq 8
1	3	1	3	2	2	1	3	5
2	NC	1	3	1	3	1	2	3
3	1	1	2	1	3	1	2	3
4	NC	1	3	2	NC	3	NC	4
5	3	1	3	2	3	1	3	NC
6	2	1	2	3	NC	1	3	NC
7	3	1	3	2	3	1	3	4
8	3	1	3	2	4	1	2	3

Legenda: NC Não conseguiu – 1 acerto na primeira tentativa – 2 acerto na segunda tentativa – 3 acerto na terceira tentativa – 4 acerto na quarta tentativa – 5 acerto na quinta tentativa

A tabela mostra que as sequências 2 e 6 foram facilmente realizadas porque seguiam a ordem dos botões. Ao intercalar os botões, os três grupos apresentaram uma quantidade de erros maior. A sequência 8 apresenta o desempenho mais baixo devido à pergunta feita pelo terapeuta. Nesse caso, os grupos tiveram dificuldade em lembrar a sequência, muitas vezes lembrando apenas dos três últimos botões pressionados pelo fisioterapeuta na demonstração.

O usuário 1, ao entrar em contato com o dispositivo demonstrou curiosidade, ficando atento as instruções porém mantinha seu olhar fixo nos interruptores, não acompanhando os movimentos da mão do terapeuta. Quando solicitado para que repetisse a sequência, apresentou dificuldade, somente conseguindo completá-la após algumas repetições da demonstração. Ao final, o usuário afirmou ter gostado das figuras e dos sons que elas emitiam ao ser apertadas, mas queixou-se que o exercício era um pouco repetitivo.

O usuário 2, demonstrou curiosidade, prestando atenção às instruções dadas pelo terapeuta. Quando solicitado para repetir a sequência, demonstrou certo receio em apertar as figuras, perguntando se não iria machucar o bichinho, assim atrapalhando-se durante a

primeira sequência. Após o terapeuta explicar que não haveria problema em apertar as figuras teve mais sucesso. Ao final, o usuário afirmou ter gostado do dispositivo.

O usuário 3, demonstrou interesse pelo dispositivo, querendo apertar os botões antes que o terapeuta desse as instruções. Quando solicitado para reproduzir a sequência vibrava quando acertava e quando errava dizia “agora eu consigo”. Não apresentou dificuldade em realizar as sequências, afirmando ter gostado do dispositivo.

O usuário 4, demonstrou receio no início perguntando o que era o dispositivo e o que seria feito. Após receber explicações começou a se interessar pelo dispositivo, prestando atenção às demonstrações feitas pelo terapeuta, porém com dificuldade em completar a sequência.

O usuário 5, demonstrou interesse pelo dispositivo ao primeiro contato, prestando atenção as instruções dadas pelo terapeuta, mantendo seu olhar fixo na mão desse, acompanhando seus movimentos. O usuário não apresentou muita dificuldade em executar as sequências, mesmo quando os botões a serem pressionados eram intercalados. O terapeuta só precisou repetir a demonstração uma ou duas vezes.

O usuário 6, demonstrou empolgação e um grande interesse pelo dispositivo, ficando atento as instruções, nem esperando terminar a demonstração para começar a pressionar os botões. Quando errava não permitia que o terapeuta repetisse a sequência, afirmando que sabia qual era e que iria acertar. Ao acertar vibrava intensamente.

O usuário 7, demonstrou interesse pelo dispositivo, prestando atenção as instruções e demonstrações feitas pelo terapeuta. O usuário não apresentou muita dificuldade em executar as sequências, porém pressionava os botões com muita força, com isso o dispositivo acusava erro e tinha que repetir a sequência novamente. Toda vez que o dispositivo acusava erro, o usuário batia as mãos nas pernas e dizia “agora eu consigo” e quando conseguia comemorava.

O usuário 8, demonstrou interesse pelo dispositivo ao ver os outros o utilizando, perguntando se poderia testar também apesar de ser funcionário da clínica. O usuário prestou atenção às instruções dadas pelo terapeuta, acompanhando atentamente as demonstrações. Porém demonstrou certa falta de memória, tendo dificuldade em lembrar as sequências. O usuário afirmou ter gostado do dispositivo, perguntando se retornaríamos lá novamente.

Os resultados da segunda fase onde o estímulo visual é retirado, estão na tabela 5.

Tabela comparativa de memória auditiva segunda fase

Usuário	Sequência 2	Sequência 8
1	1	3
2	1	2
3	1	1
4	1	3
5	1	3
6	1	3
7	1	2
8	1	3

Na segunda fase o desempenho foi bem melhor já que as sequências tinham sido treinadas no dia anterior. O fato de não ver o bicho que emitia som não atrapalhou as crianças.

Os resultados da 3ª fase onde o estímulo auditivo é retirado, estão na tabela 6.

Tabela de desempenho de cada usuário na terceira fase

Usuário	Seq1	Seq 2	Seq 3	Seq 4	Seq 5	Seq 6	Seq 7	Seq 8
1	2	1	3	2	3	1	3	3
2	2	1	1	2	3	1	2	3
3	1	1	1	2	2	1	2	2
4	3	1	3	2	3	2	3	3
5	2	1	3	3	4	1	3	4
6	2	1	3	3	3	1	4	3
7	3	1	2	1	4	1	4	5
8	2	2	3	3	4	4	3	4

Na terceira fase, já familiarizados com o dispositivo, os três grupos apresentaram um ótimo desempenho, porém esperando que o som fosse reproduzido ao pressionar o botão.

Na primeira fase, o primeiro grupo demonstrou interesse em acertar a sequência e realizar o exercício corretamente.

O segundo grupo apresentou uma deficiência de atenção e certa dificuldade em completar o exercício, demorando mais que o primeiro grupo para acertar as sequências.

O terceiro grupo mostrou o maior interesse pelo dispositivo, tinha dificuldade em realizar os exercícios, mas considerava cada erro cometido como desafio para completar a sequência.

4.3.2 Avaliação do segundo dispositivo

Os especialistas em jogos computadorizados que avaliaram o segundo dispositivo consideraram que o jogo se tornaria mais interessante caso houvesse uma maior disponibilidade de sequências musicais ou até mesmo a possibilidade de escolher e reproduzir diferentes tipos de instrumentos. Estes fatores poderiam ampliar o “tempo de vida útil”, fazendo com que o usuário não enjoie rapidamente do jogo e perca o interesse em continuar à atividade.

Consideraram também que para manter ou melhorar o interesse da criança pelo jogo, deveriam ser incluídos mais efeitos sonoros especiais em algumas animações (como por exemplo, algum som que indicasse um “movimento ligeiro” no momento em que a Pantera é retirada do palco, sendo puxada por uma bengala) e que o som de fundo permanecesse durante todo o tempo de atividade.

Apontaram como fator desmotivante do jogo, que quando uma sequência é concluída (estando correta ou não), é preciso esperar 20 segundos até que a próxima tentativa de se executar a sequência seja reiniciada (apesar da opção de clicar com o mouse para reiniciar o jogo). São 20 segundos observando uma imagem estática e sem nenhum som. Quando a sequência é corretamente concluída, seria melhor contar um efeito especial de cunho sonoro, incentivando o jogador.

Relacionaram como vantagens os seguintes fatores:

O jogo incentiva intuitivamente e inconscientemente as pessoas a “decorar” a seqüência, tornando-a uma atividade prazerosa e, principalmente produtiva em relação ao processo de memorização.

Em comparação aos demais jogos educativos disponíveis no mercado, este se sobressai devido a inclusão de um teclado desenvolvido especialmente para o público alvo, com botões grandes e coloridos que facilitam a assimilação da proposta do jogo e proporcionam um melhor manuseio dos controles. Esta variação de cor também é um fator que favorece o processo de memorização, pois através dela as pessoas tendem executar e concluir a seqüência correta baseando-se somente na ordem das cores dos botões, utilizando assim a melodia apenas para confirmar o acerto ou erro da seqüência.

A escolha da “Pantera cor-de-rosa” como protagonista é uma excelente opção, porque é um personagem carismático e cômico e isso se faz importante porque o jogador vai passar um bom tempo jogando junto à ele, então é bom que goste do personagem, e isso pode servir como um fator motivador, compensando a ausência de um enredo.

4.3.3. Avaliação do terceiro dispositivo

Os especialistas em jogos computadorizados que avaliaram o terceiro dispositivo consideraram que o objetivo do jogo é simples, tornando-o acessível a qualquer pessoa. Além de ser divertido possui uma interface gráfica interessante, bem colorida, atrativa, possibilitando a atenção e o envolvimento do jogador. O uso de personagens engraçados associados a sons alegres e constantes devem motivar os usuários, compensando a ausência do enredo.

Há necessidade de adição de efeitos sonoros especiais (como exemplo, o ratinho vaiando as galinhas) nos momentos de uso de força inadequada, para informar o jogador sobre o seu desempenho.

O dispositivo de controle do jogo proporciona o manuseio condizente com a finalidade do projeto sendo uma ferramenta útil tanto na conscientização da força muscular exercida quanto no treino da coordenação motora, visto que o jogador deverá conciliar a sua atenção e concentração concomitantemente com a pressão que aplica no dispositivo.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÃO

Essa pesquisa proporciona um dispositivo capaz de auxiliar indivíduos portadores de Síndrome de Down a desenvolver estratégias, assim como organizar ou planejar uma nova conduta utilizando recursos audiovisuais.

Para auxiliar a assimilação das informações foram utilizadas diversas vias como imagens, sons, animações, efeitos especiais, entre outros. A associação de figuras com seus respectivos sons, assim como a utilização de animações e cores proporcionaram uma boa interação entre os dispositivos e o usuário, tornando a prática do exercício prazerosa.

Incentivados pela novidade, alguns usuários ao entrarem em contato com os dispositivos demonstraram ansiedade para começar logo o jogo, sem esperar as instruções. Após receberem essas instruções se mostraram persistentes e determinados a executar o exercício de forma correta. Quando cometerem alguns erros, insistiram e tentaram corrigir seus erros.

Os dispositivos mostraram-se versáteis podendo ser utilizados para diversas aplicações, e programados em funções das necessidades e objetivos do terapeuta além de serem bem aceitos pelos usuários. O trabalho desenvolvido permite também avaliar movimentos de maneira eficiente porque considera parâmetros tais como espaço tempo e força.

Os dispositivos poderão ser utilizados no processo de reabilitação do desenvolvimento cognitivo e estimulação da memória, proporcionando os exercícios necessários a essa aprendizagem. Sem estímulos os portadores de Síndrome de Down podem ter regresso no seu desenvolvimento, até mesmo na fase adulta.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

A avaliação do desempenho e funcionalidade do dispositivo deverá ser realizada com uma maior casuística e com grupos mais homogêneos.

Como trabalhos futuros poderão também ser implementadas adaptações mais abrangentes para, além de auxiliar a reabilitação cognitiva, também auxiliar a reabilitação da coordenação motora de portadores outras de deficiências.

As frases musicais deverão ser ampliadas assim como certos efeitos especiais para aumentar a “duração de vida” dos jogos como apontado pelos avaliadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANWAR F., “Cognitive déficit and motor skill”, ed. Ellis D., San Diego, College-Hill Press, p. 169-183, 1986.

BOSCHI, S.R.M.S., AMATE, F.C., NETO, V.P., FRÈRE A.F., “Desenvolvimento de Jogos Musicais Computadorizados para Auxiliar a Reabilitação de Crianças com Ataxia”, *18th Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*. Anais, São José dos Campos, v.4, p. 155-158, 2002.

DAMASCENO L.L., FILHO T.A.G., As tecnologias da informação e da comunicação (TIC). Disponível em: http://members.tripod.com/pedagogia/tecnologias_assistivas.htm. Acessado em: 19 abril 2004.

DOMAN R. J., “Children with severe brain injuries neurological organization in terms of mobility”, *Jama*, p. 257-262., 1966.

DUNST C. J., “Sensory motor development of infants Down Syndrome”, ed. Cicchetti D e Beeghly M, Cambridge, University Press, 1990.

FARAJ Z. O. A., HARRIS G. F., ABLER J. H. WERTSCH J. J. and SMITH P. A., MAGJAREVIĆ R., KRŠIĆ, I. and PAĆELAT, E., “A Holter-Type microprocessor-based rehabilitation instrument for acquisition and storage of plantar pressure data in children with cerebral palsy” , *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, v. 4, pp. 33-38, 1996.

FARIA U. C., CARVALHO A. A., “Implementação de transdutores com extensômetros para monitorar forças exercidas pelos membros superiores e inferiores de pacientes”, Revista brasileira de engenharia biomédica, pp. 163-172, 2002.

FSR. Data Sheet. Disponível em: <http://www.androidworld.com/prod59.htm>. Acessado em: 16 maio 2004.

HARRIS G. F., ACHARYA K. R., BACHSCHMIDT R. A., “Investigation of Spectral Content from Discrete Plantar Áreas During Adult Gait: Na Expansion of Rehabilitation Technology”, IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, v. 4, n. 4, p. 360-374, 1996.

JIN Z., KOBETIC R., “Rail Supporting Transducer Posts for Three-Dimensional Force Measurement”, IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, v.5, n.4, p. 380-387, 1997.

MASCARO S., ASADA H. H., “Finger Posture and Shear Force Measurement using Fingernail Sensors: Initial Experimentation”, IEEE International Conference on Robotics & Automation, p. 1857-1862, 2001.

PUESCHEL S. M., “Guidelines for optimal medical care of persons with Down Syndrome”, Acta Paediatrica, 1995.

RAZIAN M. A., PEPPER M. G., “Design, Development, and Characteristics of an In-Shoe Triaxial Pressure Measurement Transducer Utilizing a Single Element of Piezoelectric Copolymer Film”, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, v. 11, n. 3, p. 288-293, 2003.

RELD G., "The effects of memory strategy instruction in the short-term motor memory of the mentally retarded", *Journal of Motor Behavior*, v. 12, n. 3, p. 221-227, 1980.

SCHWARTZMAN S. S., "Síndrome de Down", Memnon Edições Científicas LTDA., e.2, p. 233, 234, 247, 248

STOKES, M.C.S.P. *Neurologia para fisioterapeutas Colômbia, Editorial Premier, 2002.*

TEKSCAN TECHNOLOGY. Pressure Mapping and Force Measurement. Disponível em: <http://www.tekscan.com/technology.html>. Acessado em: 03 fev. 2004.

Termo explicativo e de consentimento

Declaro que fui informado, pelo pesquisador responsável, dos objetivos do projeto.

Eu entendi que o trabalho visa desenvolver dispositivos que ajudarão a realizar os exercícios indicados pelo fisioterapeuta.

Eu sei que o procedimento não é invasivo, não causa dor ou desconforto. O nome, nem as fotos do meu filho serão divulgados.

Assinatura do responsável

Celso Isao Kubatamaia

Rua Lavinia Ribeiro, 120 – apto 44

Vila Diva – São Paulo – SP

03351-110

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)